SAIN ET SAUF AU TRAVAIL

SAUF
SAVOIR REPÉRER LE DANGER
APPRENDRE À MESURER LES RISQUES
UTILISER DES MÉTHODES SÛRES
FAITES-LE TOUS LES JOURS!

C'EST L'AFFAIRE DE TOUS

Ligne directrice : protection des machines et de l'équipement

WORK SAFE BC

Decembre 2010

Manitoba

Ligne directrice :
protection des machines et de l'équipement

Division de la sécurité et de l'hygiène du travail
401, avenue York, bureau 200
Winnipeg (Manitoba)
R3C 0P8

Decembre 2010

Manitoba

La Province du Manitoba tient à remercier WorkSafe BC de lui avoir permis de reprendre des parties et des illustrations tirées de l'édition de 2006 de l'ouvrage intitulé *Safeguarding Machinery and Equipment: General Requirements.*

Table des matières

Introduction 1

À qui s'adresse ce guide? 1
Consultation de ce guide 2
Protection et verrouillage 3
Terminologie employée 3
Application du Règlement du Manitoba 217/2006 et des normes pertinentes 4
Ressources offertes sur le Web 4

1 Reconnaissance du danger 7

Dangers associés aux machines et à l'équipement 7
Dangers mécaniques 7
Comment reconnaître les dangers mécaniques 7
Principaux éléments mécaniques d'une machine 7
Dangers pour la santé 10
Autres dangers 11

2 Évaluation du risque 15

Qu'est-ce que le risque? 15
Évaluation du risque 15
Hiérarchie des mesures de contrôle 18

3 Conception des dispositifs de protection et critères de sélection 21

Qu'est-ce qu'un dispositif de protection? 21
Classification des dispositifs de protection 21
Protecteurs 21
Dispositifs de sécurité 22
Solution de rechange 23
Formation, supervision et procédés 23
Équipement de protection individuelle 23
Protecteurs 24
Types de protecteurs 24
Exigences liées à la conception et au rendement des protecteurs 25
Protecteurs et enceintes de courroie de transmission : ouvertures maximales permises 26
Protecteurs de points de fonctionnement (d'alimentation) : ouvertures maximales permises 27
Protecteurs fixes de maintien à distance (enceinte périphérique) 28
Dispositifs de sécurité 30
Types de dispositif de sécurité 30
Exigences liées à la conception et au rendement des commandes et des déclenchements à deux mains 33
Exigences liées à la conception et au rendement des capteurs de présence 35
Mode de fonctionnement 35
Capteurs photoélectriques – rideaux de lumière 36

Tapis de sécurité à capteur de pression ... 37
Exigences liées à la conception et au rendement des protecteurs à interverrouillage ... 37
Mode de fonctionnement ... 37
Portillon ... 39
Dispositifs d'arrêt d'urgence sensibles à la pression ... 40
Mode de fonctionnement ... 41
Dispositifs d'arrêt d'urgence à câble ... 41
Écrans de protection et barrières d'avertissement ... 41
Mode de fonctionnement ... 42
Arrêts d'urgence ... 42
Mode de fonctionnement ... 42
Choix du dispositif de protection approprié ... 43

4 Utilisations courantes des dispositifs de protection ... 51

Protecteurs de courroie de transmission ... 51
Protecteur d'entraînement à courroie en V ou commandé par chaîne ... 51
Protection d'arbre de prise de force ... 52
Protecteur d'arbre tournant et de raccord ... 52
Convoyeurs ... 53
Convoyeurs à courroie ... 53
Convoyeurs à vis ... 54
Règles de sécurité pour les convoyeurs ... 55
Rouleaux d'alimentation ... 56
Protection des rouleaux d'alimentation en général ... 56
Critères relatifs à la conception des protecteurs de rouleaux alimentés à la main ... 56
Machines travaillant le métal ... 58
Presses à découper ... 58
Types de presse à découper ... 58
Formes de protection ... 59
Presses à plier ... 60
Types de presse à plier ... 60
Formes de protection ... 61
Cisailles (tôle) ... 62
Formes de protection ... 63
Critères de conception des protecteurs de cisaille d'une capacité maximale de 12 mm (½ po) ... 64
Critères de conception des protecteurs de cisaille d'une capacité supérieure à 12 mm (½ po) ... 64
Cisailles-poinçonneuses ... 64
Rouleaux à profiler le métal alimentés à la main ... 65
Autres machines à profiler le métal ... 65
Meules ... 66
Rangement et maniement appropriés des meules ... 66

Critères de conception des gardes protecteurs de meule 67
Règles de sécurité se rapportant aux mesures d'établi et aux meuleuses sur socle 67
Machines à travailler le bois 68
Risques d'accident et dangers pour la santé 69
Risques d'accident 69
Dangers pour la santé 69
Dangers au point de fonctionnement 69
Effet de rebond 70
Couteaux projetés 70
Mesures préventives 71
Mesures d'ingénierie (protecteurs) 71
Mesures administratives (pratiques de travail sécuritaires) 71
Équipement de protection individuelle 71
Dispositifs de protection habituels des machines à travailler le bois 72
Scie circulaire à table 72
Scie radiale 74
Scie à ruban 76
Dégauchisseuse 78
Façonneuse 80
Robots industriels et systèmes robotiques 81

Annexes 83

Annexe 1 – Entretien et réparations 85
Annexe 2 – Équipement de protection individuelle 89
Annexe 3 – Évaluation du risque que présente une machine 91
Annexe 4 – Liste de vérification des protecteurs 93
Annexe 5 – Renvois aux normes 95

Introduction

Introduction

Pendant qu'il règle un convoyeur à bande, un mécanicien d'entretien industriel est entraîné vers la tête non protégée d'un autre convoyeur et meurt écrasé. En mettant des feuilles en caoutchouc dans une cisaille à guillotine, un jeune travailleur perd ses deux mains lorsque la machine change de cycle soudainement. Un empileur de bois d'œuvre en train de nettoyer une trieuse de planche (table de triage) meurt étranglé lorsque ses vêtements se prennent dans un engrenage apparent au bout d'un arbre tournant à vitesse lente.

Les accidents liés aux machines et à l'équipement non protégés sont souvent la cause de blessures, d'amputations ou de décès.

Ces trois exemples de blessure grave ou de décès causé par des machines et de l'équipement peu ou pas protégés peuvent survenir dans tout lieu de travail où de l'équipement à moteur est utilisé.

Chaque année, des contacts physiques avec des machines et de l'équipement à moteur sont à l'origine d'un nombre important de blessures qui affectent la vie, comme des amputations ou un défigurement, ou qui causent la mort d'un travailleur. La plupart de ces accidents peuvent être évités au moyen d'une protection efficace, de procédures de verrouillage, d'une surveillance et d'une formation.

Pourquoi la protection est-elle importante? Parce qu'il est impossible de prévoir ce que les gens feront à proximité de machines à moteur, et ce, peu importe leur niveau d'expérience ou de formation. Une protection efficace pare aux erreurs humaines et au manque de jugement ainsi qu'aux contacts accidentels avec des parties en mouvement d'une machine.

À qui s'adresse ce guide?

Ce guide s'adresse à toute personne qui possède, utilise, répare ou vend des machines et de l'équipement à moteur.

- Les employeurs y trouveront des renseignements qui les aideront à se conformer à la *Loi sur la sécurité et l'hygiène du travail (W210) et au Règlement sur la sécurité et la santé au travail* (RM217/2006). Le guide les aidera aussi à exercer toute la diligence raisonnable en maintenant un milieu de travail sécuritaire.

- Les superviseurs y trouveront des renseignements qui les aideront à évaluer les risques que leurs travailleurs se blessent en entrant en contact avec des machines et de l'équipement, de même qu'à évaluer les solutions pour assurer leur protection qui répondent aux besoins concurrentiels en matière de sécurité, de production et d'assurance de la qualité.

- Les travailleurs seront plus sensibilisés aux dangers liés au

fonctionnement et à l'entretien de l'équipement ainsi qu'à la protection à laquelle ils sont en droit de s'attendre.

- Les fournisseurs constateront que leurs machines et leur équipement doivent être conformes au Règlement du Manitoba 217/2006. Ils y trouveront facilement un choix de mesures à prendre pour remplir leurs obligations.

Ce guide sera aussi utile au personnel qui s'occupe de l'évaluation du risque, de l'entretien et de la gestion du fonctionnement, aux comités de la sécurité et de la santé et aux spécialistes de la sécurité.

Consultation de ce guide

Le présent guide fournit des renseignements généraux pouvant servir aux employeurs en vue de trouver des solutions pour assurer la protection à proximité de leurs machines et de leur équipement. Il ne s'agit toutefois pas d'un « mode d'emploi » en matière de protection. Chaque situation doit être évaluée selon ses propres mérites et les principes généraux décrits ici devraient s'appliquer. Ce guide ne fournit pas non plus de solutions toutes faites et les employeurs sont toujours tenus de consulter les normes pertinentes et les *recommandations du fabricant* lorsqu'ils sont aux prises avec des problèmes techniques complexes en matière de protection.

Points à retenir :

- Dans le présent guide, le mot « doit » indique qu'il est question d'une exigence particulière se trouvant dans le *Règlement sur la sécurité et la santé au travail* (RM217/2006) ou d'une norme en particulier. Les exigences relatives à la protection des machines se trouvent dans la Partie 16 du *Règlement sur la sécurité et la santé au travail* (RM217/2006), intitulée *Machines, outils et robots*, qui fait référence à la norme de l'Association canadienne de normalisation CSA Z432, Protection des machines.
- Le mot « devrait » indique que l'adoption d'un plan d'action en particulier, même s'il n'est pas précisé dans le *Règlement sur la sécurité et la santé au travail* (RM217/2006), va améliorer la sécurité au travail.
- Dans le *Règlement sur la sécurité et la santé au travail* (RM217/2006), le mot « travailleur » comprend les superviseurs, les gestionnaires et les travailleurs.
- Les renseignements fournis dans ce manuel sont d'application générale et ne visent pas à remplacer le contenu des normes.

Protection et verrouillage

Il est important de faire la distinction entre protection et verrouillage. La **protection** est le premier moyen de défense pour assurer la sécurité des travailleurs qui veillent au fonctionnement des machines et de l'équipement à moteur. Le **verrouillage** protège les travailleurs lorsque les machines ou l'équipement sont arrêtés à des fins d'entretien (y compris pour les réparer ou dégager des blocages). Dans tous les cas, une formation et une supervision sont essentielles pour assurer la sécurité des travailleurs à proximité des machines.

Le verrouillage permet de s'assurer qu'une machine, un outil, un tuyau ou un autre équipement ne puisse être actionné ou commencer à transmettre de l'énergie quand vient le temps d'assurer son entretien, de le réparer, de le régler ou de le mettre au point. Pour en savoir plus long sur les exigences concernant le verrouillage, se reporter à l'annexe 1 – Entretien et réparations.

Terminologie employée

Les termes relatifs à la protection semblent, de prime abord, interchangeables, sauf qu'ils ont tous une signification précise dans le domaine de la sécurité des machines et de l'équipement.

Par **dispositifs de protection** on entend un certain nombre de mesures efficaces visant à empêcher les travailleurs de se blesser en entrant en contact avec des parties en mouvement d'une machine ou en étant exposés à d'autres conditions difficiles. Les protecteurs, les dispositifs de sécurité, les masques, les barrières de sécurité, les panneaux de mise en garde ou d'autres moyens appropriés utilisés seuls ou avec d'autres en sont des exemples.

Le terme **protecteur** désigne un type de dispositif de protection en particulier. Les protecteurs sont des barrières matérielles ou des couvercles conçus, construits et installés sur des parties en mouvement de machines afin d'empêcher d'entrer en contact avec elles. C'est le moyen le plus simple de protéger les travailleurs qui n'ont pas besoin d'accéder aux parties en mouvement d'une machine, comme des courroies et des chaînes de transmission, dans l'exécution de leurs tâches. Les protecteurs sont des dispositifs fiables et peu coûteux, qui nécessitent peu d'entretien s'ils sont bien conçus et installés.

Les **dispositifs de sécurité** comprennent un certain nombre de solutions de rechange aux protecteurs, comme des protecteurs à interverrouillage,

Les exigences relatives à la protection des machines et de l'équipement à moteur sont décrites à la Partie 16 du *Règlement sur la sécurité et la santé au travail* (RM217/2006), intitulée *Machines, outils et robots*.

des commandes à deux mains et des capteurs de présence électroniques comme des rideaux de lumière et des tapis sensibles à la pression. Ces solutions sont plus complexes et techniques, mais elles sont conçues pour assurer une protection pendant le fonctionnement normal des machines, notamment quand des matériaux sont introduits dans une machine en vue de leur transformation.

Les chapitres 3 et 4 du présent guide fournissent des détails à propos des caractéristiques, des avantages, des limites et du choix des protecteurs et des dispositifs de sécurité.

Application du Règlement sur la sécurité et la santé au travail (RM 217/2006) et des normes pertinentes

Les exigences relatives à la protection des machines et de l'équipement à moteur se trouvent dans le *Règlement sur la sécurité et la santé au travail* (RM217/2006), Partie 16, *Machines, outils et robots*. Les exigences générales de la Partie 16 s'appliquent en tout temps, même en présence d'un code ou d'une norme se rapportant à un engin ou à un dispositif en particulier.

Diverses organisations de normalisation en Amérique du Nord, en Europe et ailleurs dans le monde ont rédigé des normes se rapportant à pratiquement tous les types de machines à moteur. Ces publications constituent d'excellentes sources pour déterminer comment protéger des types d'équipement en particulier qui ne sont pas mentionnés dans le *Règlement sur la sécurité et la santé au travail* (RM217/2006). L'annexe 5 du présent guide dresse la liste des normes dont il est question dans le *Règlement sur la sécurité et la santé au travail* (RM217/2006).

Ressources offertes sur le Web

Le site gov.mb.ca/labour/safety comprend des liens vers d'autres ressources en ligne liées à la sécurité au travail. Des liens menant à d'autres sites Web contenant des renseignements à propos de la protection des machines sont également fournis.

1

Reconnaissance du danger

Dangers associés aux machines et à l'équipement

Les dangers créés par les machines et par l'équipement peuvent être **mécaniques** et **non mécaniques**.

Dangers mécaniques

Comment reconnaître les dangers mécaniques

Une bonne façon de reconnaître les dangers mécaniques est d'observer comment les parties en mouvement d'une machine fonctionnent et comment les parties du corps d'un travailleur risquent d'entrer en contact avec ces parties en mouvement.

En général, les parties des machines peuvent bouger de trois façons : elles peuvent pivoter, elles peuvent glisser ou elles peuvent rompre, fragmenter et (ou) éjecter.

- Les pièces tournantes simples, comme les arbres ou les raccords, présentent un risque d'accrochage ou d'enchevêtrement. Si deux pièces ou plus pivotent ensemble, comme des rouleaux d'alimentation, des courroies en V et des poulies d'entraînement, cela a pour effet de créer des points de coincement (voir Figures 1.1 et 1.2).
- Les pièces qui glissent ou les pièces à mouvement alternatif, comme les matrices des presses à découper, créent des dangers de cisaillement ou d'écrasement.
- Les parties susceptibles de se rompre ou de se fragmenter, comme les meules, peuvent causer des lésions par impact.

Les Figures 1.1 à 1.5 illustrent les dangers mécaniques courants susceptibles d'endommager les vêtements ou de causer des blessures aux mains, aux côtes, au cuir chevelu et, parfois, au corps au complet à la suite d'un contact avec des parties en mouvement d'une machine non protégées. Les illustrations montrent les cas types et non pas toutes les possibilités.

Certaines parties en mouvement de machines et d'équipement peuvent mettre la vie d'un travailleur en danger de plus d'une façon. Par exemple, une meule peut exploser et causer des lésions par impact. Une écorchure mineure peut aussi se produire lorsque la main d'un travailleur accroche accidentellement la meule.

Principaux éléments mécaniques d'une machine

La plupart des machines comptent trois principaux éléments :

- une source d'énergie (souvent un moteur électrique);
- une transmission qui transfère l'énergie en mouvement;
- un outillage.

Les dangers associés à ces éléments concernent généralement ce qui suit :

- Parties de la transmission. Il s'agit des parties en mouvement de la transmission, habituellement des courroies, des poulies, des chaînes, des roues dentées, des engrenages, des arbres et des raccords. Bon nombre des parties en mouvement illustrées dans les Figures 1.1 et 1.2 sont des parties de la transmission.

Les types d'éléments mécaniques et de transmissions illustrés dans les Figures 1.1 à 1.5 se retrouvent couramment dans la plupart des centres industriels. Ils sont à l'origine d'un nombre important d'accidents de travail graves.

- Point de fonctionnement. C'est là où l'outillage de la machine se trouve et où le travail est effectué. Le terme « point d'alimentation » est parfois utilisé pour décrire la zone de travail de la machine.

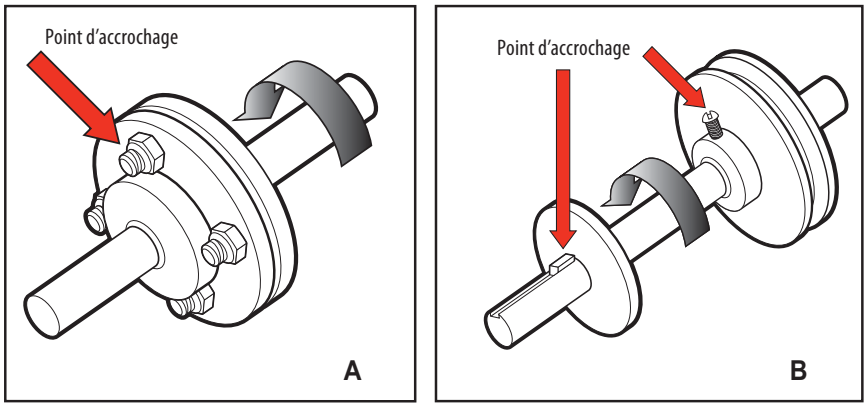


Figure 1.1. Pièces tournantes simples présentant un danger d'accrochage ou de coincement. (A) Danger d'accrochage aux boulons à collerettes qui dépassent des raccords tournants. (B) Danger d'accrochage à la rainure et à la vis de pression qui dépassent de l'arbre tournant.

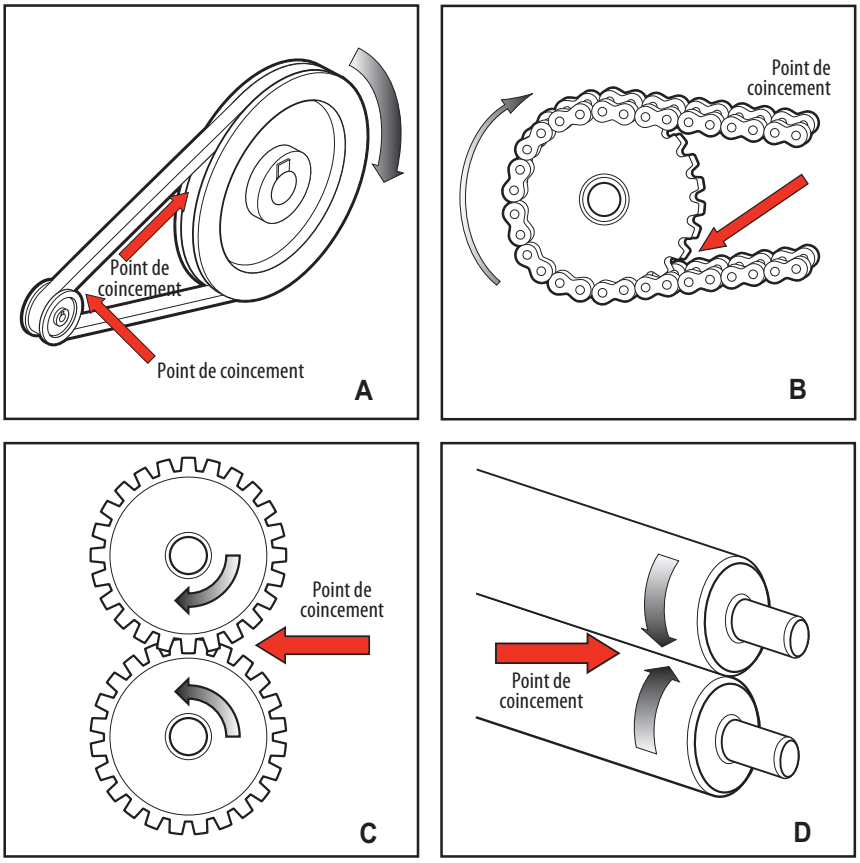


Figure 1.2. Pièces tournantes multiples présentant un point de coincement par attraction. (A) Courroie en V et poulie d'entraînement : une source commune de points de coincement par attraction sur les machines industrielles à moteur. (B) Entraînement commandé par chaîne type. (C) Engrenages exposés types. (D) Rouleaux d'alimentation types.

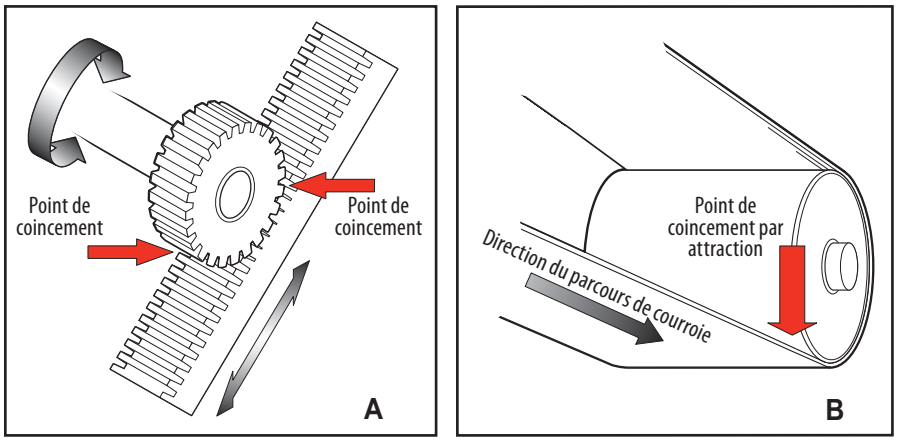


Figure 1.3. Combinaison de pièces tournantes, coulissantes et à mouvement alternatif, qui créent deux risques de coincement par attraction. (A) Crémaillère et engrenage à pignon. (B) Rouleau de convoyeur à bande.

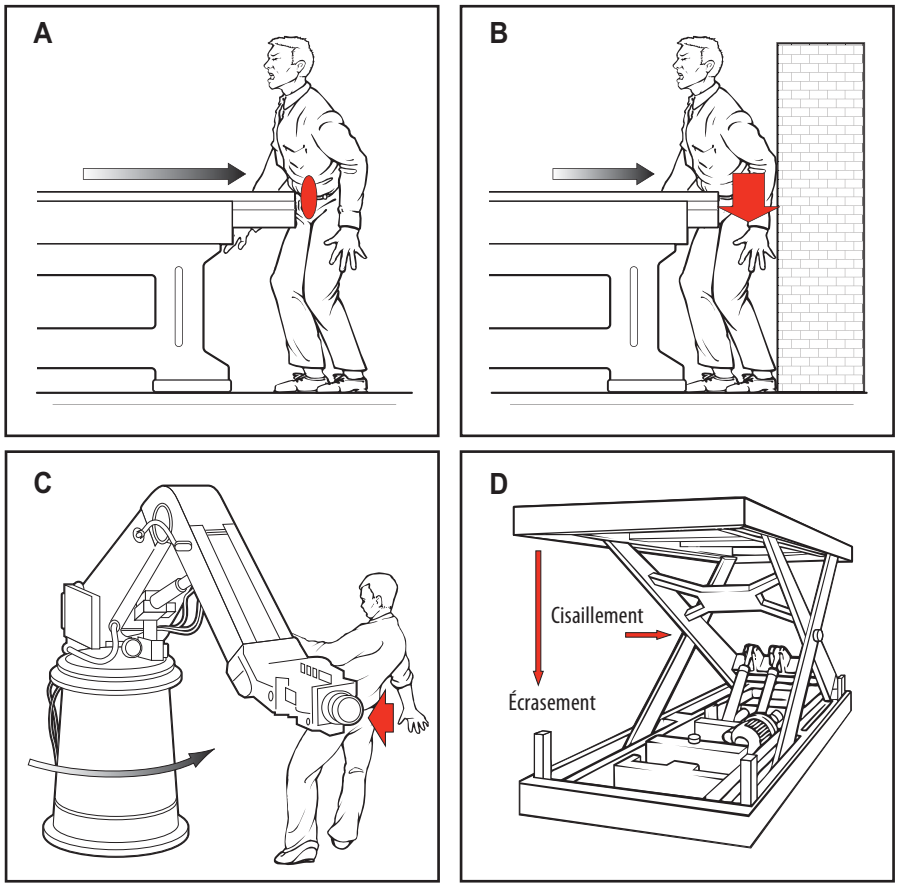


Figure 1.4. Glissement et pivotement créant un danger d'être heurté ou écrasé.
(A) Table de fraiseuse coulissante heurtant un travailleur à l'abdomen.
(B) Table de fraiseuse coulissante écrasant un travailleur contre un mur.
(C) Travailleur heurté par un bras robotisé.
(D) Table élévatrice présentant un danger d'écrasement et de cisaillement..

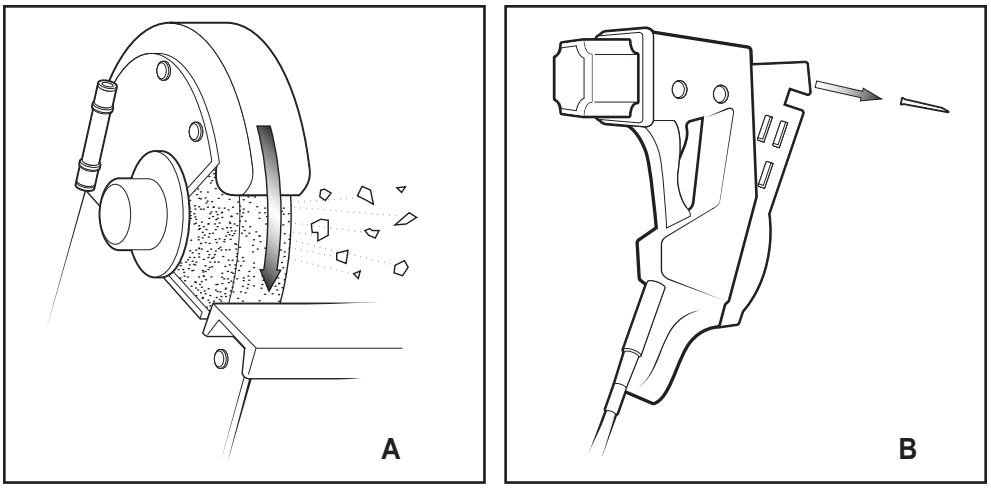


Figure 1.5. Dangers liés aux fragments et aux projectiles
(A) Fragments d'une meule qui explose. (B) Projectile d'une cloueuse pneumatique.

Dangers pour la santé

Les travailleurs qui assurent le fonctionnement et l'entretien des machines peuvent subir d'autres effets indésirables que des blessures physiques causées par des parties en mouvement. Ils peuvent être exposés à des dangers par inhalation, ingestion, contact avec la peau ou absorption par la peau. Par exemple, sans dispositif de protection, mesures de contrôle et équipement de protection individuelle, un travailleur risque de souffrir d'une maladie professionnelle due à l'exposition :

- à des produits chimiques toxiques ou corrosifs qui peuvent irriter, brûler ou passer à travers la peau;
- à des substances dangereuses en suspension dans l'air qui peuvent être inhalées, comme des vapeurs d'huile, des fumées métalliques, des solvants et de la poussière;
- à la chaleur, au bruit et aux vibrations;
- à un rayonnement ionisant comme les rayons X et les rayons gamma;
- à un rayonnement non ionisant comme les rayons ultraviolets (UV), l'énergie des fréquences radio et les lasers;
- à la contamination et aux déchets biologiques;
- à des blessures des tissus mous (par exemple, aux mains, aux bras, aux épaules, au dos ou au cou) dues à des mouvements répétitifs, à des mauvaises postures, à des levées de poids prolongées et à la pression exercée.

Autres dangers

Certains dangers sont associés à autre chose que les parties en mouvement :

- glissades et chutes en étant sur une machine ou à proximité pendant l'entretien;
- équipement instable non protégé qui pourrait tomber;
- incendie ou explosion;
- blessures par injection de fluide ou de gaz sous haute pression;
- électrocution due à des éléments électriques défectueux ou non mis à la terre.

Les machines doivent être protégées pour mettre les travailleurs à l'abri de ces dangers non mécaniques ainsi que des dangers mécaniques plus évidents.

Il arrive parfois qu'un dispositif de protection utilisé afin d'éliminer ou de réduire au minimum un danger mécanique puisse être modifié afin de réduire aussi au minimum un danger non mécanique. En voici des exemples :

- un protecteur conçu pour empêcher l'accès à des parties en mouvement peut aussi absorber le bruit;
- des écrans de soudeur conçus pour protéger contre les éblouissements peuvent aussi assurer une protection contre les projections de soudure et les brûlures;
- les protecteurs entourant les meules peuvent aussi être utilisés comme couvercles de la ventilation aspirante locale.

2

Évaluation du risque

Évaluation du risque

Qu'est-ce que le risque?

Le risque est une échelle de mesure du degré de gravité d'une source de préoccupation en matière de sécurité, qui tient compte de divers facteurs. Les deux facteurs les plus importants sont les suivants :

- Quelles sont les probabilités qu'un accident se produise?
- Si un accident se produit, quel serait le degré de gravité de la blessure?

Le premier facteur est une mesure de la probabilité. Le second est une mesure de la gravité.

Le niveau de risque est établi en fonction de ces deux facteurs. Si la probabilité qu'un travailleur entre en contact avec des parties en mouvement d'une machine est mince, mais qu'il est certain qu'il perdra un bras si cela arrive, le niveau de risque est considéré comme *élevé*. Mais si la probabilité de se blesser en entrant en contact avec des parties en mouvement d'une machine est faible, et que la blessure probable n'est qu'une écorchure, le niveau de risque est considéré comme *très faible*. Si on est pratiquement certain de se blesser en entrant en contact avec une machine et que les blessures probables sont très graves, le niveau de risque est considéré comme *extrêmement élevé*.

Il ne faut jamais poser la question « Comment un travailleur réagirait? » Dans une situation donnée, avec la pression liée à la production, nous ne pouvons pas vraiment prévoir comment une personne réagirait. La question qui se pose est plutôt « Que *pouvons-nous* faire? ». En général, si une personne s'approche d'une source de danger, des dispositifs de protection supplémentaires s'imposent.

Évaluation du risque

Pour évaluer de façon réaliste les risques liés à une machine et à l'équipement connexe, il est nécessaire de comprendre comment les parties en mouvement d'une machine peuvent blesser un travailleur. Le chapitre 1 du présent guide, qui porte sur la reconnaissance du danger, fournit des renseignements à ce sujet.

L'évaluation du risque doit être effectuée par l'opérateur, le personnel d'entretien, le superviseur et le comité de la sécurité et de la santé au travail ou le délégué à la sécurité et à la santé des travailleurs. Le fabricant, les fournisseurs des dispositifs de protection et les spécialistes de la sécurité devraient également être consultés. Chaque intervenant perçoit une machine sous un angle différent, ce qui rend sa contribution valable.

Les opérateurs courent le plus grand risque de blessure lorsqu'ils alimentent à la main une machine non protégée actionnée par une pédale.

La collecte des renseignements nécessaires à une bonne évaluation du risque pourrait nécessiter des observations répétées, surtout pour déterminer ce qu'un travailleur fait lorsque le rythme de production habituel est interrompu. La durée pendant laquelle une pièce d'équipement est en service sans causer de blessure ne constitue pas une façon d'établir son niveau de sécurité.

Certains facteurs importants augmentent la probabilité d'entrer en contact avec des parties en mouvement non protégées d'une machine qui présentent un danger :

- manque de familiarité avec une machine;
- alimentation manuelle d'une machine actionnée par une pédale;
- dégagement d'une machine à la suite d'un blocage ou d'un problème d'alimentation;
- ennui et travail répétitif;
- accès fréquent aux zones de danger d'une machine pendant son installation et sa mise au point;
- manque de formation et d'expérience de l'opérateur;
- vitesse des cycles de la machine.

Il existe un certain nombre de modèles d'évaluation du risque posé par les machines. Certains sont de nature très technique (évaluations **quantitatives** du risque), d'autres sont davantage fondées sur l'observation (évaluations **qualitatives** du risque). Le modèle illustré à la Figure 2.1 est une forme simplifiée des deux approches (un formulaire vierge se trouve à l'annexe 1 du présent guide).

L'objet principal d'une évaluation du risque est d'établir quelle machine devrait avoir la priorité et quelles parties de cette machine devraient être protégées en premier.

Évaluation du risque que présente une machine

Nom de l'entreprise ABC Food Processors Ltd.	**Date de l'évaluation** 10 mars 2005	**Nom de l'évaluateur** 1. Raj Nagal (superviseur) 2. Bill Knight (entretien) 3. Lindsay Hall (opératrice)		
Nom de la machine Ligne d'emballage intégrée	**Fonction de la machine** Ensacher			
Établir et décrire tout mouvement ou condition de la machine qui risque d'exposer des parties du corps d'un travailleur à un danger (p. ex., arbres tournants, points de coincement par attraction, pièces de cisaillement, pièces à mouvement alternatif, mouvements d'un poinçon, danger d'impact, projection de fragments, surfaces abrasives, risques électriques, fluides chauds ou toxiques, vapeurs, émissions, radiation). Fournir une description détaillée.	**Décrire la blessure la plus grave qui pourrait raisonnablement se produire liée à chaque danger.** S'orienter à l'aide des descriptions suivantes : • **Blessure fatale** • **Blessure majeure** (normalement irréversible : blessure permanente, lésions à la moelle épinière, perte de la vue, amputation, écrasement, trouble respiratoire) • **Blessure grave** (normalement réversible : évanouissement, brûlures, fractures) • **Blessure mineure** (contusions, coupures, écorchures légères)	**Gravité de la blessure estimée :** Mineure = 1 Grave = 5 Majeure = 7 Fatale = 10	**Probabilité de blessure estimée :** (voir Note 1) : Peu probable = 1 Possible = 5 Probable = 7 Certaine = 10	**Niveau de risque estimé** Niveau de risque estimé (voir Note 2) : Gravité estimée × Probabilité estimée
1. Point de pincement près du cylindre avant du convoyeur d'entrée	Contusions mineures aux doigts	1	5	5
2. Risque d'écrasement entre les bras de pliage de l'ensacheuse et le cadre de la machine	Amputation de doigts ou écrasement des mains	7	7	49
3. Chaleur extrême de la table de sortie et de la courroie qui chauffe la pellicule	Brûlures aux mains	5	5	25
4. Unité d'entraînement à courroie en sangle du convoyeur de sortie sans protection – Accès limité requis	Contusions aux doigts	1	5	5

Nota – La collecte de ces renseignements peut nécessiter des observations répétées, surtout pour déterminer ce qu'un travailleur fait lorsque le rythme de production habituel est interrompu.

Protection recommandée pour éliminer le risque ou le réduire à un niveau acceptable (voir Note 3)

1. Réaligner le convoyeur afin d'éliminer le point de pincement.	3. Abaisser la hotte de captage de la ventilation aspirante de quelques po pour bloquer l'accès à cette source de danger. Coller un décalque d'avertissement près de la source de chaleur.
2. Concevoir et installer une barrière de sécurité avec interverrouillage par-dessus les bras de pliage; l'opérateur peut ainsi faire des rajustements mineurs sans avoir à verrouiller.	4. Prolonger les ailes de côté afin de bloquer l'accès à l'entraînement de la roue de chaîne.

Note 1. Les facteurs ci-dessous sont à considérer pour estimer la probabilité d'une blessure :

- vitesse des cycles de la machine;
- alimentation manuelle d'une machine activée par une pédale;
- formation et expérience de l'opérateur;
- facteur d'ennui (répétition);
- série de blocages et de problèmes d'alimentation nécessitant l'accès fréquent aux zones de danger de la machine;
- blessures antérieures avec la machine ou des machines de ce genre.

Note 2. Se servir du niveau de risque estimé pour fixer les priorités dans la mise en œuvre des mesures de protection. Plus le niveau de risque estimé est élevé, plus il est urgent d'adopter des solutions pour assurer la protection.

Note 3. Toujours respecter la hiérarchie des mesures de contrôle, et ce, peu importe le niveau de risque perçu.

Figure 2.1. Exemple d'évaluation du risque que représente une machine, avec une hiérarchie des mesures de contrôle à adopter.

Hiérarchie des mesures de contrôle

Quand vient le temps de choisir un ou divers dispositifs de protection, il faut toujours respecter la hiérarchie illustrée ci dessous. Le choix d'un dispositif de protection moins efficace ne se fait que lorsque le choix de la solution la plus efficace s'avère irréalisable.

Par exemple, on peut éliminer le besoin d'alimenter manuellement une machine en installant un dispositif d'alimentation automatisé. Sinon, l'installation d'un protecteur fixe autour du point d'alimentation peut être une solution pratique si le matériau utilisé est une feuille de tôle. Si le matériau est plus volumineux, l'accès au point de fonctionnement peut être contrôlé à l'aide de commandes à deux mains ou d'un rideau de lumière (capteur de présence).

Hiérarchie des mesures de contrôle			
Plus efficace	1. Élimination ou substitution	• Éliminer l'interaction humaine dans le processus • Éliminer les points de pincement • Automatiser la manutentio	
↓	2. Mesures d'ingénierie (technologie des dispositifs de protection)	• Arrêts immédiats par voie mécanique • Protecteurs • Protecteurs à interverrouillage	• Capteurs de présence • Commandes à deux mains
↓	3. Sensibilisation	• Lumières, phares, stroboscopes • Avertissements par ordinateur (à l'aide d'un contrôleur à logique programmable) • Limites d'un espace restreint peintes sur le plancher	• Avertisseurs • Klaxons et sirènes • Panneaux et étiquettes de mise en garde
↓	4. Formation et procédés (contrôles administratifs)	• Procédés sécuritaires au travail • Inspections de l'équipement de sécurité	• Formation • Verrouillage
Moins efficace	5. Équipement de protection individuelle	• Lunettes de protection • Visières de protection • Protecteurs d'oreilles	• Gants • Appareils respiratoires

3

Conception des dispositifs de protection et critères de sélection

Qu'est-ce qu'un dispositif de protection?

Un dispositif de protection est une solution ou un ensemble de solutions qui élimine ou réduit le risque d'exposition à des parties en mouvement dangereuses d'une machine ou à d'autres conditions difficiles. Les dispositifs de protection comprennent les protecteurs fixes (les plus efficaces) et les dispositifs de sécurité, ainsi que les procédés sécuritaires au travail et l'équipement de protection individuelle (les moins efficaces). (Voir la hiérarchie des mesures de contrôle à la page 18.) Une évaluation du risque détaillée permet d'établir quels sont les dispositifs de protection les plus efficaces

Classification des dispositifs de protection

Il existe six grands moyens d'assurer la protection des machines et de l'équipement :

- les protecteurs;
- les dispositifs de sécurité;
- l'emplacement;
- les formes de sensibilisation;
- la formation et les procédés;
- l'équipement de protection individuelle.

Protecteurs

S'ils sont bien conçus et installés, les protecteurs constituent le dispositif de protection le plus efficace. Les **protecteurs fixes** demeurent la mesure d'ingénierie de choix pour empêcher les travailleurs d'entrer en contact avec des parties en mouvement dangereuses d'une machine ou pour contenir des fluides ou des projectiles qui risquent de blesser, en particulier lorsque l'accès n'est pas habituellement requis lorsque la machine fonctionne. Les protecteurs fixes *doivent être fixés solidement à au moins une attache et ne pouvoir être enlevés qu'à l'aide d'un outil.*

Lorsqu'un protecteur doit être enlevé pour permettre à un travailleur d'accéder à un point de fonctionnement ou à un point d'alimentation pendant le travail de production habituel, le protecteur doit être muni d'un **dispositif d'interverrouillage** de manière à ce que le système de commande soit désactivé jusqu'à ce que le protecteur soit remis en place et que le système de commande soit réinitialisé. Certains protecteurs s'ajustent de façon à permettre à des matériaux d'épaisseur variable d'alimenter une machine. Il existe aussi des protecteurs d'un type spécial qui recouvrent l'outillage ou qui sont placés autour des matrices d'une machine.

Une exigence s'appliquant à tous les protecteurs est de bloquer physiquement l'accès autour, au dessus et en dessous de la zone de danger, ou en passant à travers le protecteur. Les protecteurs qui ne sont pas interverrouillés avec un système de commande doivent être fixés solidement à au moins une attache et ne pouvoir être enlevés qu'à l'aide d'un outil.

Un choix judicieux de dispositifs de sécurité peut assurer un niveau de protection élevé aux travailleurs pendant la production habituelle. **Cependant, ces dispositifs ne remplacent pas le verrouillage** quand vient le temps de dégager les obstructions et d'effectuer l'entretien.

Une exigence concernant tous les protecteurs est de bloquer physiquement l'accès autour, au dessus et en dessous de la zone de danger, ou en passant à travers le protecteur.

Dispositifs de sécurité

Un accès aux points d'alimentation et d'éjection des parties formées est souvent requis pendant le fonctionnement normal d'une machine, ce qui peut rendre pratiquement impossible l'utilisation d'un protecteur fixe ou même d'un protecteur à interverrouillage. Heureusement, un certain nombre de dispositifs de sécurité permettent d'assurer un niveau élevé de protection aux travailleurs.

Ces dispositifs requièrent normalement l'adoption d'une ou de plusieurs des mesures suivantes :

- Obliger l'opérateur à enlever ses mains ou son corps au complet de la zone de danger avant que la machine n'amorce un cycle. Les commandes à deux mains et les barrières de sécurité avec interverrouillage fonctionnent de cette façon.
- Stopper la machine si l'opérateur ou un autre travailleur entre dans la zone de danger pendant que la machine poursuit son cycle. Des capteurs de présence, comme des rideaux de lumière, des dispositifs photoélectriques et des tapis sensibles à la pression, fonctionnent de cette façon. L'efficacité de ces dispositifs repose sur un système de freinage très fiable et sur un système de surveillance connexe.
- Empêcher physiquement l'opérateur d'atteindre la zone de danger de la machine en tout temps. On peut y parvenir à l'aide d'un dispositif de retenue comme une ceinture de sécurité et un cordon d'assujettissement.
- Actionner par inadvertance un dispositif d'arrêt d'urgence si le corps ou une partie du corps d'un travailleur s'approche d'une zone de danger ou y entre. L'arceau de sécurité ou le barrage placé devant la chaîne à taquets d'une ébouteuse, la barrière de sécurité en cas d'urgence à l'avant des rouleaux d'alimentation par attraction d'une calandre et le fil interrupteur d'urgence d'un convoyeur en sont des exemples.
- Limiter le mouvement de la machine ou le faire passer à un niveau ou à une vitesse recommandé. Par exemple, on peut régler le fonctionnement de la machine à un mode différent (« mode fractionné », « mode par à coups », « mode mise au point »), activé par des boutons de commande spéciaux (presses à imprimer), limiter le mouvement des matrices à 6 mm (¼ po) ou moins avant que le matériau ne puisse être inséré dans les matrices ou utiliser un dispositif antirépétitif qui empêche une machine de changer de cycle.

- Placer le travailleur à un endroit sûr avant de démarrer la machine. Exemples : pédale rattachée au plancher à une distance sûre de la machine, activateur d'un appareil de radiographie situé dans une pièce isolée.
- Obliger l'opérateur à maintenir le tableau de commande activé pour que la machine continue de fonctionner (« fonctionnement en mode Homme présent »).
- Amorcer ou cesser une opération dangereuse en suivant une séquence prescrite à l'aide d'une série de clés et de verrous (« système de clé prisonnière).

Tous les dispositifs de sécurité devraient être inspectés ponctuellement par une personne compétente dûment qualifiée et par l'opérateur de la machine conformément à la liste de contrôle qu'il doit suivre avant de démarrage de la machine.

Tous les dispositifs de sécurité doivent être conçus, construits, installés, utilisés et maintenus conformément à la norme CSA Z432, intitulée *Protection des machines*.

Solution de rechange

Il n'est pas toujours pratique de se protéger de certains des dangers associés à une machine en recourant aux méthodes décrites ci dessus. En pareil cas, un dispositif ou un mécanisme de rechange ou une modification des procédés sécuritaires au travail peut être nécessaire pour protéger la sécurité et la santé des travailleurs. Mais avant de recourir à un autre mécanisme, dispositif ou procédé, il faut s'assurer qu'il protégera autant, sinon davantage, le travailleur qu'un dispositif de sécurité (conformément au paragraphe 16.5(1) du *Règlement sur la sécurité et la santé au travail*).

Formation, supervision et procédés

Connus également sous le nom de **contrôles administratifs**, la formation, la supervision et les procédés se retrouvent en bas de la hiérarchie des mesures de contrôle, car leur efficacité dépend de facteurs humains comme une formation et une supervision adéquates.

Équipement de protection individuelle

Personal protective equipment may have to be used even when other machine hazards are effectively safeguarded. In some cases, such as operating a powered forging hammer, the only protection available to the operator, besides training and safe work procedures, may be eye and face protection, hearing protection, and hand protection.

Protecteurs

Types de protecteur

Les Figures 3.1 à 3.3 fournissent des exemples de protecteurs types.

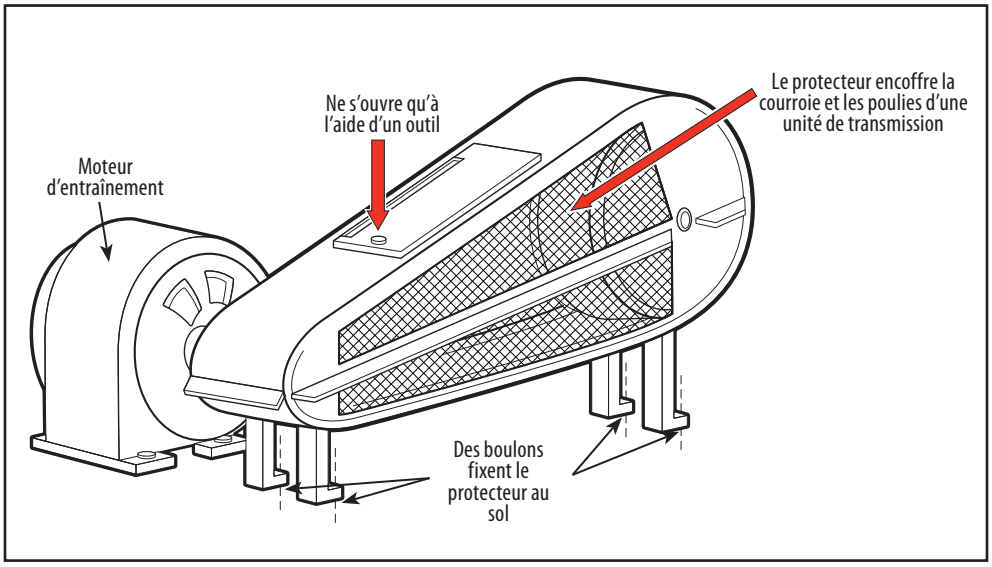

Ne s'ouvre qu'à l'aide d'un outil
Le protecteur encoffre la courroie et les poulies d'une unité de transmission
Moteur d'entraînement
Des boulons fixent le protecteur au sol

Figure 3.1. Protecteur fixe d'une unité de transmission.

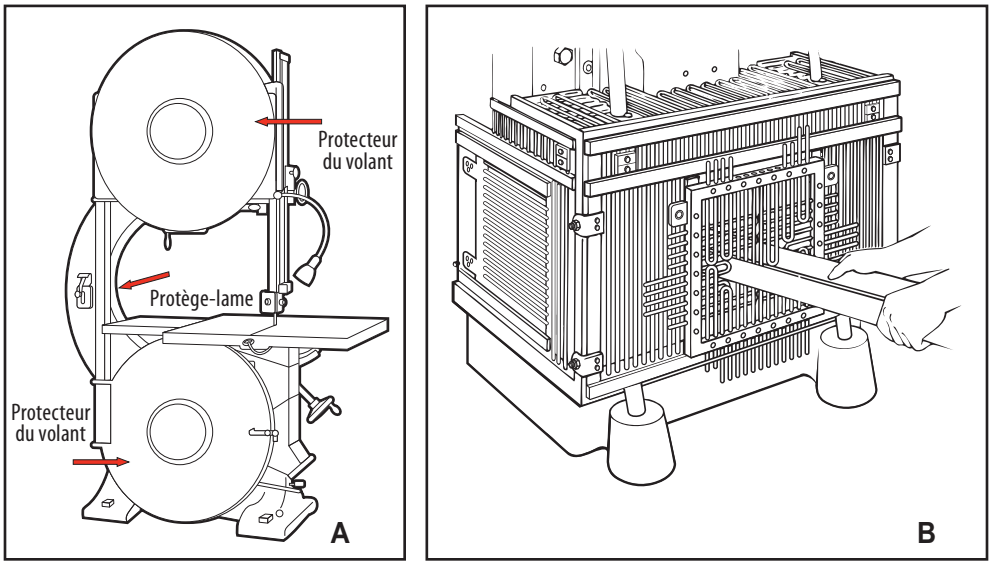


Figure 3.2. Protecteurs réglables. (A) Protecteur réglable d'une scie à ruban. (B) Protecteur réglable du dispositif d'alimentation d'une presse.

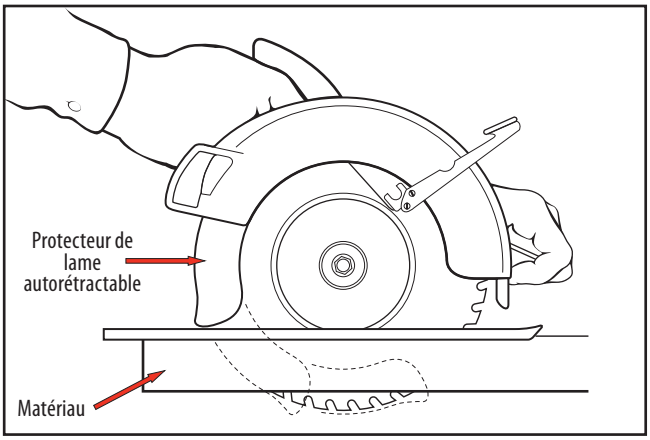


Figure 3.3. Protège-lame de scie circulaire à main, un exemple de protecteur autoréglable (autorétractable). Les protecteurs conçus pour les droitiers peuvent parfois causer des problèmes aux gauchers. Un gaucher a souvent de la difficulté à manœuvrer une scie circulaire à main.

Exigences liées à la conception et au rendement des protecteurs

Les protecteurs demeurent le moyen de protection privilégié lorsque l'accès à une machine **n'est pas** requis pendant son fonctionnement normal.

Les protecteurs fixes **doivent** :

- empêcher l'accès à la zone de danger de toutes parts (PAPA : par-dessus, autour, par en dessous, à travers);
- éviter de créer de nouveaux points de pincement ou dangers;
- contenir en toute sécurité les parties brisées (p. ex., courroies et chaînes);
- être fixés solidement à au moins une attache et ne s'enlever qu'à l'aide d'un outil, à moins qu'ils ne soient munis d'un dispositif d'interverrouillage avec le système de commande de la machine;
- permettre le graissage et des réglages mineurs en toute sécurité.

PAPA –

Les protecteurs fixes doivent être conçus de manière à empêcher l'accès aux zones de danger :
Par dessus
Autour
Par en dessous
À travers

Les protecteurs fixes **devraient** :

- permettre de bien voir les points d'alimentation;
- résister à l'usure normale;
- permettre d'assurer la production normale et de répondre aux besoins en matière de qualité;
- être difficiles à modifier ou à briser.

Protecteurs et enceintes de courroie de transmission : ouvertures maximales permises

Les protecteurs de courroie de transmission sont habituellement en treillis métallique, en métal déployé ou en métal perforé. Les mailles ou les grilles doivent être installées en laissant suffisamment d'espace pour empêcher toute personne de passer par les ouvertures et d'entrer en contact avec le point dangereux. On y parvient en maintenant une distance de sécurité entre le protecteur et les parties en mouvement dangereuses.

On peut juger de l'efficacité d'un protecteur à l'aide d'un test d'atteinte du point dangereux à travers une des ouvertures du protecteur, effectué lorsque la machine est verrouillée et hors tension. Le lien entre la dimension d'une ouverture de grille et la distance jusqu'au point dangereux est illustré à la Figure 3.4.

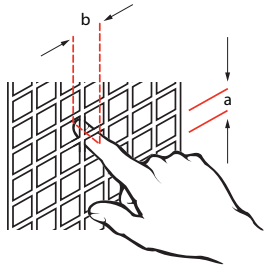
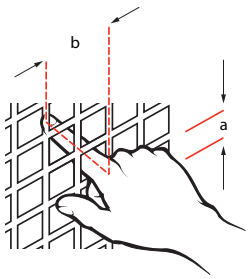
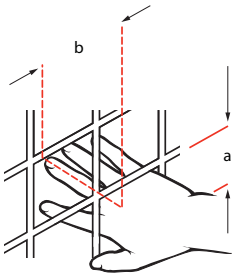
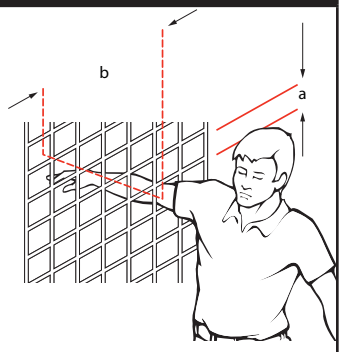
Bout du doigt	Doigt	Main jusqu'à la paume	Bras jusqu'à l'aisselle
			
Si *a* mesure entre 4 et 8 mm (3/16 et ⅜ po), *b* doit mesurer au moins 15 mm (⅝ po).	Si *a* mesure entre 8 et 12 mm (⅜ et ½ po), *b* doit mesurer au moins 80 mm (3⅛ po). Si *a* mesure entre 12 et 20 mm (½ et ¾ po), *b* doit mesurer au moins 120 mm (4 ¾ po).	Si *a* mesure entre 20 et 30 mm (¾ et 1⅛ po), *b* doit mesurer au moins 200 mm (7⅞ po).	Si *a* mesure entre 30 et 150 mm (1⅛ et 6 po), *b* doit mesurer au moins 850 mm (33½ po).
a = dimension verticale d'une ouverture du protecteur b = distance à partir du point dangereux le plus proche à l'intérieur du protecteur			

Figure 3.4. Lien entre la dimension d'une ouverture de grille de protection et la distance jusqu'au point dangereux.

Protecteurs de point de fonctionnement (d'alimentation) : ouvertures maximales permises

Les protecteurs de point de fonctionnement (ou protecteurs de point d'alimentation) viennent souvent avec des pièces *horizontales* qui permettent à l'opérateur d'insérer des matériaux plats dans la machine. La Figure 3.5 indique comment les ouvertures entre les pièces horizontales du protecteur *diminuent* à mesure que les doigts du travailleur se *rapprochent* du point de pincement.

L'équipement d'alimentation manuelle présente habituellement le risque de blessure le plus élevé. Les protecteurs de point d'alimentation doivent donc être conçus avec le plus grand soin pour s'assurer que les mains du travailleur n'atteignent pas le point dangereux. Le Tableau 3.1 et la Figure 3.5 indiquent les marges de manœuvre requises pour un protecteur de point d'alimentation d'une machine munie d'un orifice d'alimentation à fentes horizontales.

Tableau 3.1. Ouvertures permissibles maximales au point de fonctionnement basées sur la distance par rapport au danger.

Dimensions de l'ouverture de la barrière (plus petite dimension)		Distance minimale par rapport au danger	
mm	**in**	**Slotted opening**	**Square opening**
6,1 – 11,0	¼ – ⅜	≥64,0 mm (2½ po)	≥48 mm (2 po)
11,1 – 16,0	⅜ – ⅝	≥89,0 mm (3½ po)	≥66 mm (2⅝ po)
16,1 – 32,0	⅝ – 1¼	≥166,0 mm (6½½ po)	≥166,0 mm (6½ po)
32,1 – 49,0	1¼ – 2	≥445,0 mm (17½ po)	≥445,0 mm (17½ po)
49,1 – 132,0	2 – 5	≥915,0 mm (36 po)	≥915,0 mm (36 po)

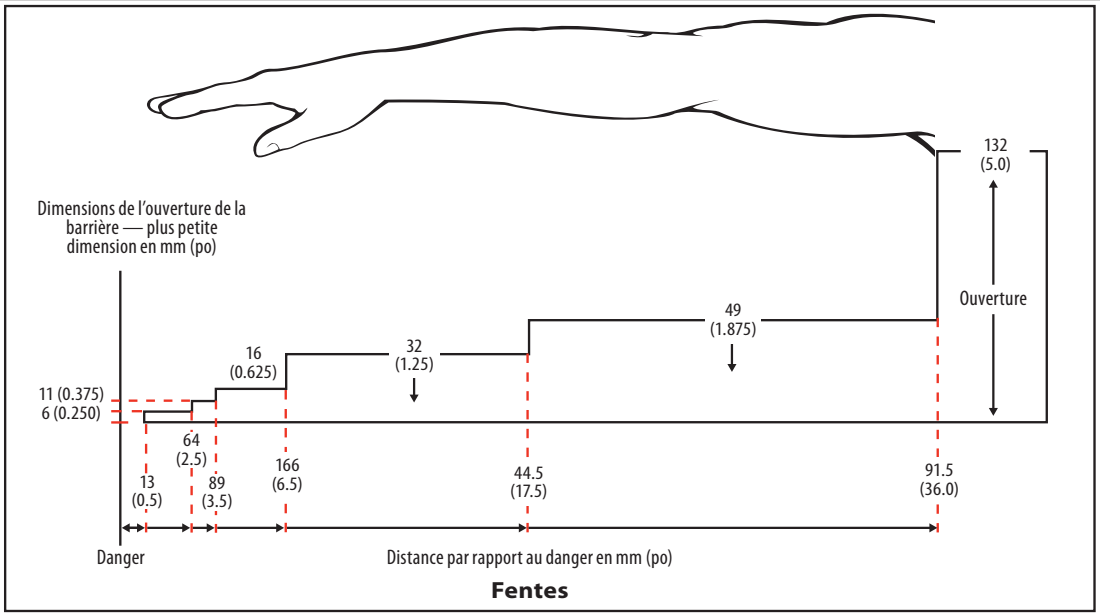


Figure 3.5. Représentation visuelle du Tableau 3.1.

Protecteurs fixes de maintien à distance (enceinte périphérique)

Dans les situations présentant un **risque peu élevé ou moyen**, un protecteur fixe de maintien à distance (enceinte périphérique) peut être utilisé comme moyen efficace d'empêcher efficacement un travailleur d'entrer en contact avec des parties en mouvement dangereuses d'une machine. Dans la mesure du possible, le protecteur fixe de maintien à distance (enceinte périphérique) devrait faire au moins 1,8 mètre (6 pieds) de haut. Si cette solution n'est pas pratique, la distance entre le protecteur et le point dangereux doit respecter ce qui est indiqué à la Figure 3.6 et au Tableau 3.2. Par exemple, si la hauteur de la zone de danger **(A)** est de 1 400 mm (55 po) et que sa distance horizontale **(C)** à partir de la barrière de protection proposée est de 1 000 mm (40 po), la hauteur de la barrière de protection **(B)** doit être d'au moins 1 120 mm (44 po).

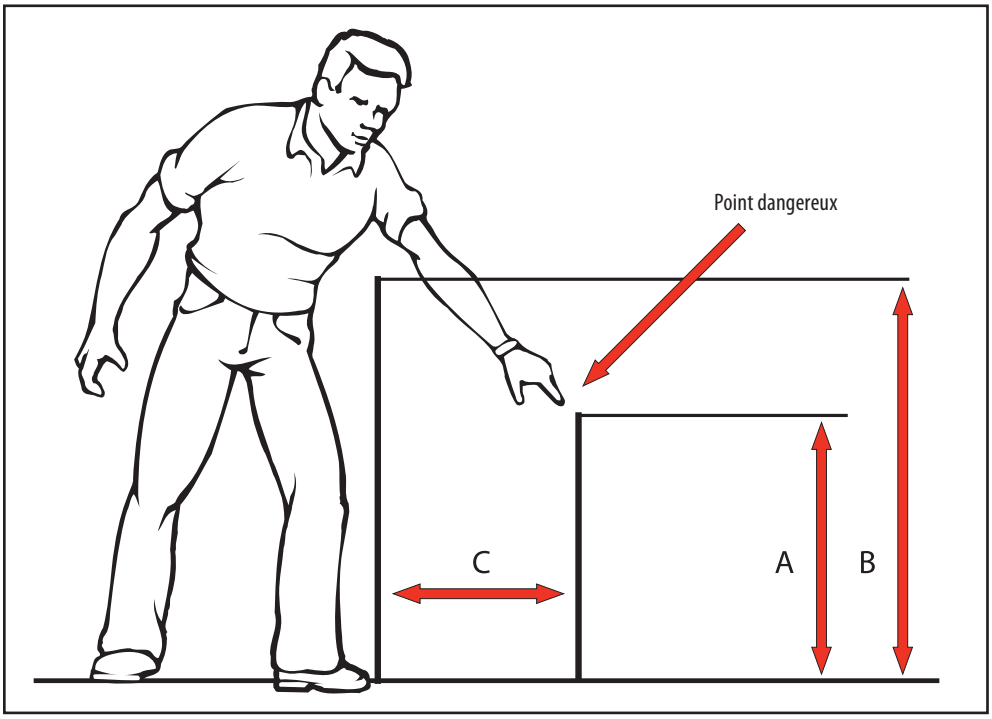


Figure 3.6. Facteurs à considérer en concevant une barrière de protection: A = hauteur de la zone de danger, B = hauteur de la barrière de protection, C = distance horizontale jusqu'à la zone de danger.

Tableau 3.2. Hauteurs recommandées des barrières de protection basées sur la distance jusqu'à la zone de danger.

	Hauteur de la barrière fixe ou de la structure de protection (**B**), * mm (po)								
Hauteur de la zone de danger (**A**), mm (po)	1000 (40)	1120 (44)	1400 (55)	1600 (63)	1800 (71)	2000 (78)	2200 (86)	2400 (94)	2500 (98)
	Distance horizontale jusqu'à la zone de danger (**C**), mm (po)								
2 500 (98)	–	–	–	–	–	–	–	–	–
2 400 (94)	100 (4)	100 (4)	100 (4)	100 (4)	100 (4)	100 (4)	100 (4)	100 (4)	–
2 200 (86)	600 (24)	600 (24)	500 (20)	500 (20)	400 (16)	350 (14)	250 (10)	–	–
2 000 (78)	1 100 (43)	900 (36)	700 (28)	600 (24)	500 (20)	350 (14)	–	–	–
1 800 (71)	1 100 (43)	1 000 (40)	900 (36)	900 (36)	600 (24)	–	–	–	–
1 600 (63)	1 300 (51)	1 000 (40)	900 (36)	900 (36)	500 (20)	–	–	–	–
1 400 (55)	1 300 (51)	1 000 (40)	900 (36)	500 (20)	100 (4)	–	–	–	–
1 200 (48)	1 400 (55)	1 000 (40)	900 (36)	500 (20)	–	–	–	–	–
1 000 (40)	1 400 (55)	1 000 (40)	900 (36)	300 (20)	–	–	–	–	–
800 (32)	1 300 (51)	900 (36)	600 (24)	–	–	–	–	–	–
600 (24)	1 200 (48)	500 (20)	–	–	–	–	–	–	–
400 (16)	1 200 (48)	300 (12)	–	–	–	–	–	–	–
200 (8)	1 100 (43)	200 (8)	–	–	–	–	–	–	–
0 (0)	1 100 (43)	200 (8)	–	–	–	–	–	–	–

Remarque – Les barrières ne sont pas à toute épreuve et ne peuvent empêcher une personne qui a l'intention d'accéder à une zone de danger de le faire. Par conséquent, plus l'intention d'atteindre une partie dangereuse augmente (p. ex., en montant sur une chaise, sur une échelle ou sur la barrière même), plus la protection assurée par la barrière diminue. L'installation d'un protecteur enveloppant pourrait devenir alors une bonne solution.

Dispositifs de sécurité

Types de dispositif de sécurité

Les Figures 3.7 à 3.12 fournissent des exemples de types de dispositif de sécurité.

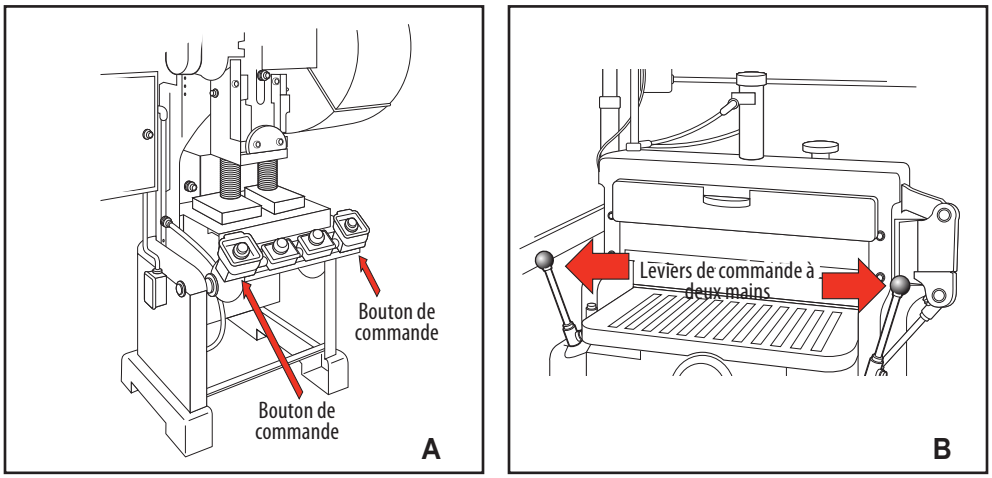


Figure 3.7. Commandes à deux mains. (A) Commandes à deux mains – presse. La presse ne fonctionnera pas tant que les deux boutons de commande ne seront pas activés l'un à la suite de l'autre à l'aide des deux mains à l'intérieur d'une période donnée. (B) Leviers de commande à deux mains – guillotine à papier. La cisaille n'amorcera pas son cycle tant que les deux leviers ne seront pas activés l'un à la suite de l'autre, ce qui requiert l'utilisation des deux mains à l'intérieur d'une période donnée.

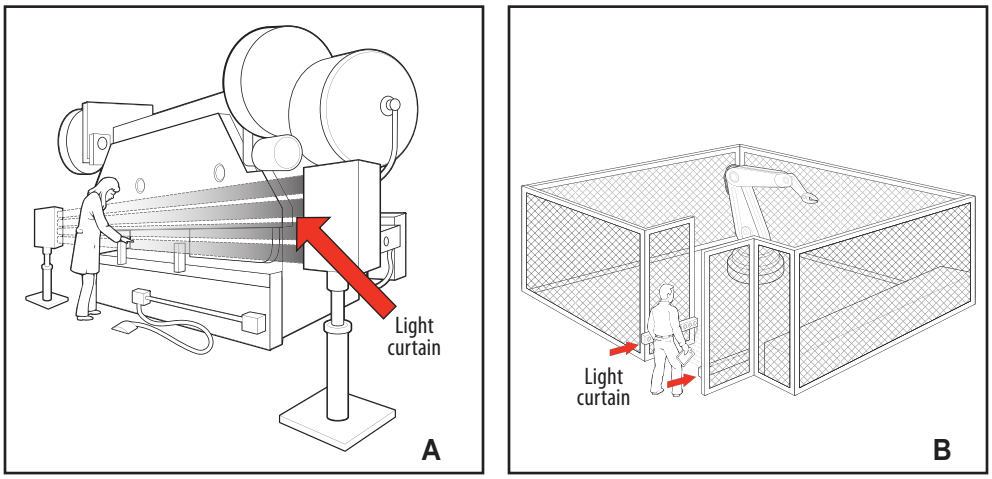


Figure 3.8. Rideau de lumière ou dispositif photoélectrique similaire. (A) Rideau de lumière – presse à plier. Le fonctionnement habituel de la presse est assuré à l'aide d'une pédale. La presse s'arrête dès que les mains atteignent la zone protégée par un faisceau lumineux. (B) Rideau de lumière – cellule de production robotisée. Le robot est désactivé si une personne traverse l'entrée protégée par un rideau de lumière.

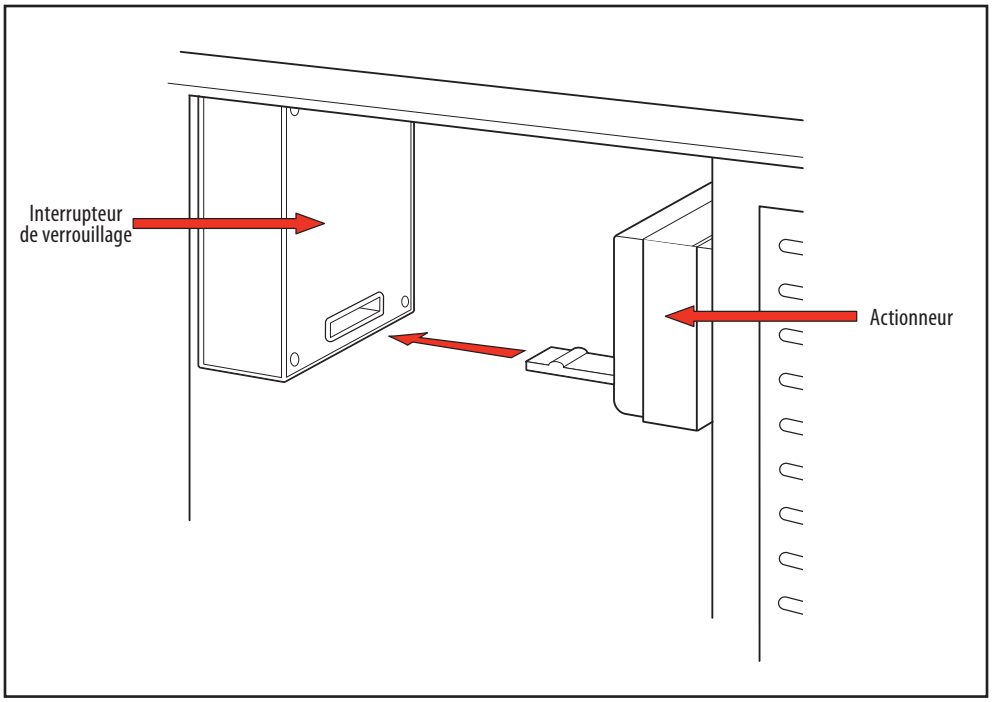


Figure 3.9. Protecteur à interverrouillage. La porte sécurisée par un interverrouillage doit être fermée pour que la machine puisse démarrer.

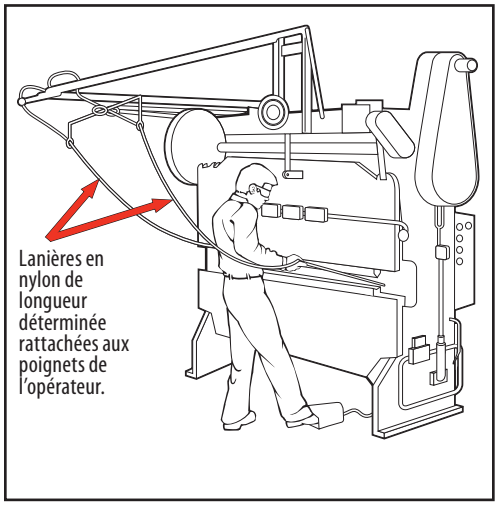


Figure 3.10. Dispositif de retenue (peu usité). Opérateur de presse à plier utilisant un dispositif de retenue fixe. Les mains de l'opérateur ne peuvent atteindre la zone de danger, dont l'accès n'est possible qu'en utilisant des outils manuels.

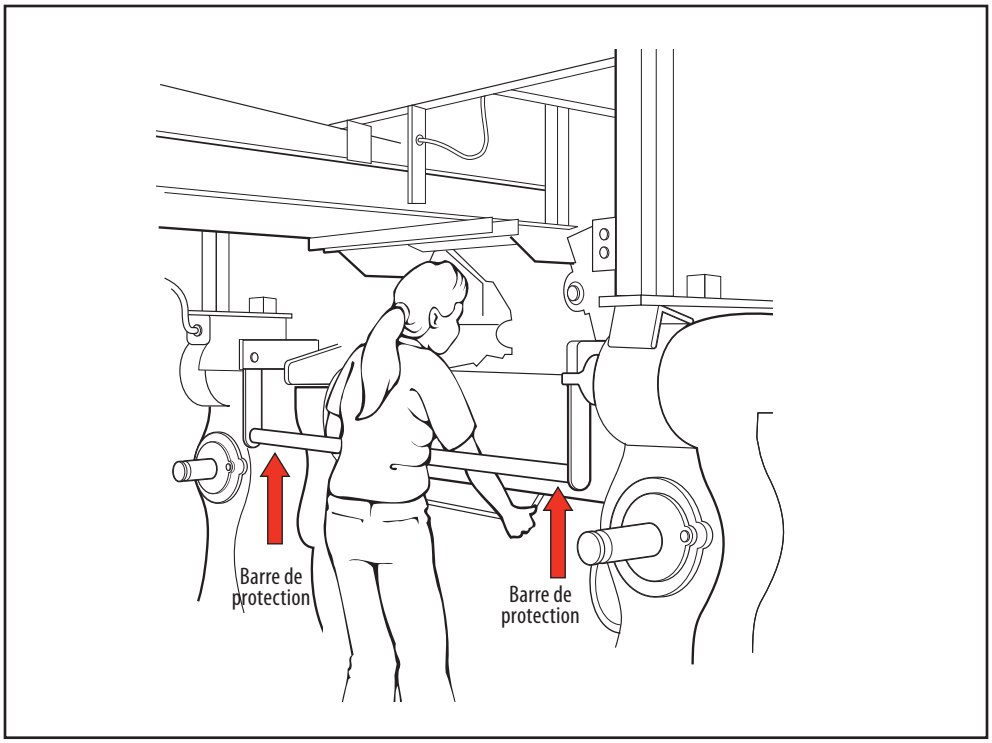


Figure 3.11. Barrière de sécurité en cas d'urgence d'une calandre à la hauteur du ventre. L'opératrice ne peut atteindre les rouleaux d'alimentation par attraction sans activer automatiquement le dispositif d'arrêt d'urgence de la machine.

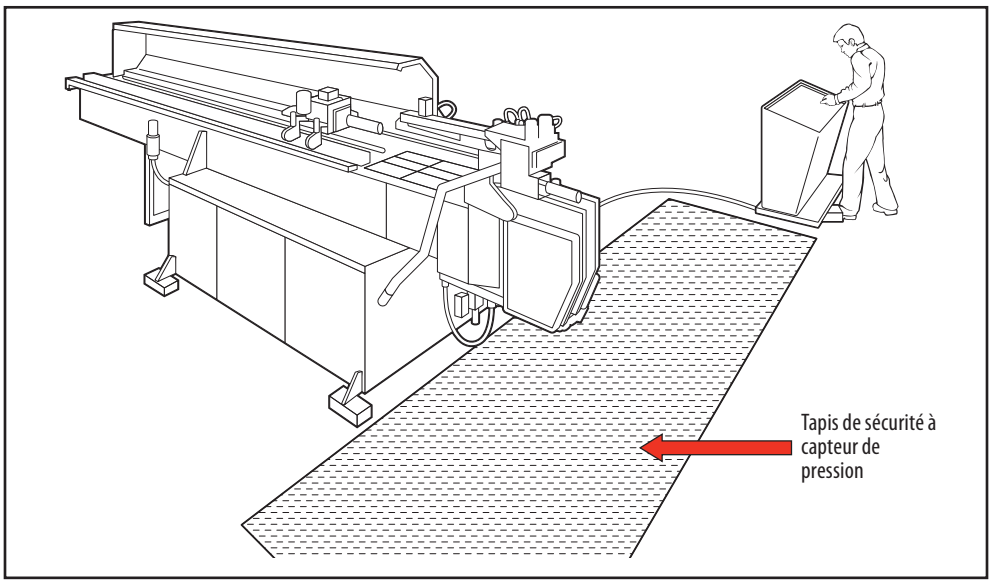
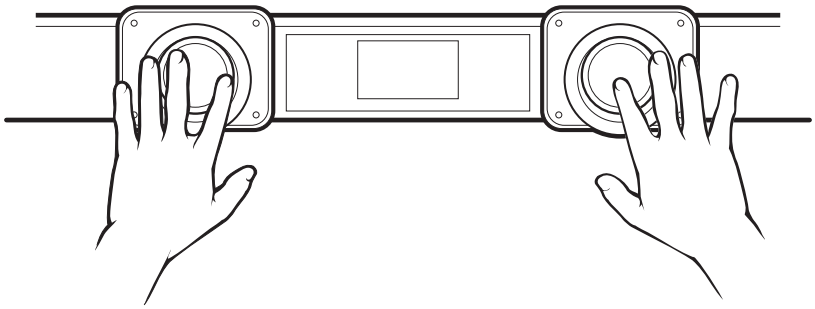


Figure 3.12. Tapis de sécurité à capteur de pression protégeant l'accès à une machine. Chaque fois que l'opérateur ou toute autre personne met les pieds sur le tapis, cela déclenche un arrêt d'urgence.

Exigences liées à la conception et au rendement des commandes et des déclenchements à deux mains

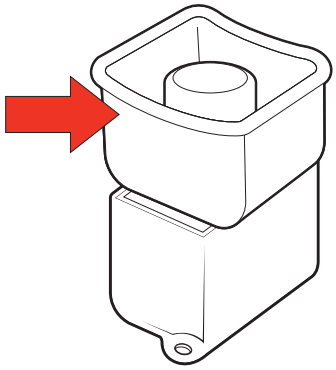
Il existe deux types de commandes bimanuelles :

- Les commandes à deux mains exigent de l'opérateur qu'il active simultanément les deux commandes (boutons, leviers, senseurs) et qu'il les maintienne engagées pendant toute la durée de la partie dangereuse du cycle de la machine. S'il cesse d'appuyer sur les commandes, la machine s'arrête ou revient en haut de course (position assurant l'ouverture des matrices). Ce type de fonctionnement est appelé embrayage à révolution partielle ou embrayage à friction. On le retrouve communément dans les embrayages freins à commande électro-pneumatique et dans les machines à alimentation hydraulique comme les presses à plier.
- Les déclenchements à deux mains exigent de l'opérateur qu'il active simultanément les deux commandes pour lancer le cycle de la machine, sauf que le cycle ne s'interrompt pas lorsqu'il cesse d'appuyer sur les commandes. Ce type de fonctionnement est appelé embrayage à révolution complète ou embrayage mécanique.



Les commandes et les déclenchements à deux mains doivent être conçus et installés de la manière suivante :

- Chaque commande doit être protégée contre un déclenchement accidentel. On y parvient habituellement en entourant les boutons de commande d'un « anneau de protection ».



- Les commandes doivent être séparées l'une de l'autre ou nécessiter l'emploi simultané des deux mains pour les activer (devrait empêcher les déclenchements accidentels par la main et le coude).
- Les deux mains doivent être libérées avant qu'un nouveau cycle ne puisse être déclenché (fonction antirépétition ou antiarrimage). Si l'opérateur peut actionner la machine en maintenant une des commandes enfoncée d'une quelconque manière (p. ex., ruban adhésif, élastique, cale, etc.), c'est que la commande à deux mains n'est pas bien conçue ou construite.
- Les commandes doivent se trouver à une distance de sécurité du danger le plus proche, de façon à ce que l'opérateur ne puisse l'atteindre avec sa main ou une autre partie du corps avant que tous les mouvements dangereux du cycle de la machine n'aient cessé. Cette distance de sécurité est calculée à l'aide d'une mesure mondialement reconnue appelée constante de vitesse de la main. Cette constante correspond à la vitesse qu'une personne moyenne prend pour atteindre le point de fonctionnement d'une machine afin d'y prendre un objet ou d'y apporter des correctifs et s'établit à 1 600 mm (63 po) par seconde.

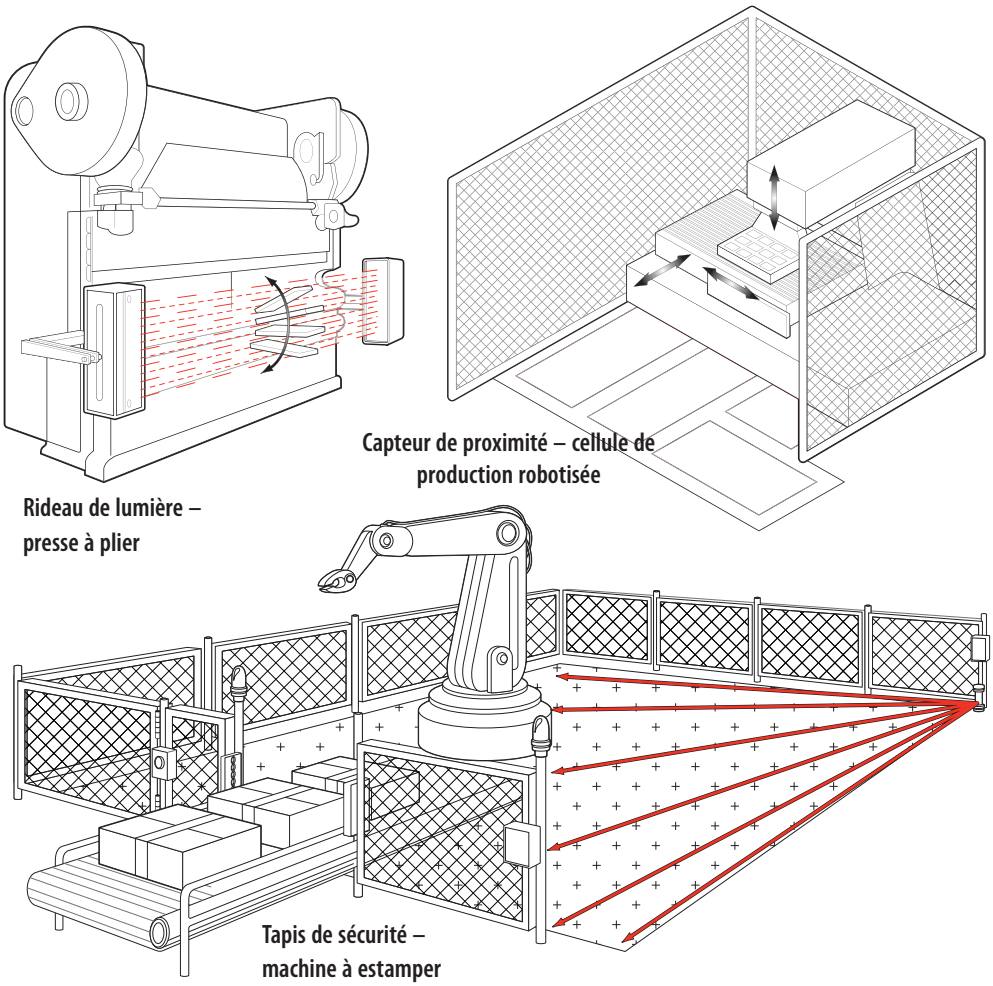
Par exemple, la distance de sécurité d'une commande à deux mains d'une machine qui s'arrête complètement une seconde après qu'on eut lâché les boutons de commande serait de 1 600 mm (63 po) à partir du point de fonctionnement le plus proche. Dans le cas d'une machine qui s'arrête en une demi-seconde, la distance de sécurité serait de 826 mm (32 ½ po). Si la machine s'arrête en un quart de seconde, elle serait de 413 mm (16 ¼ po), etc.

Pour établir le temps précis qu'il faut pour mettre fin au cycle d'une machine, il faut un équipement de mesure spécialisé. Le temps de réponse des composantes d'un système de commande (soupapes, freins à friction, etc.), ainsi que l'effort de freinage réel, sont tous des éléments servant à déterminer le temps d'arrêt réel. Pour en savoir plus, consulter la norme CSA Z432, intitulée *Protection des machines*.

Lorsqu'un déclenchement à deux mains est utilisé pour protéger une presse à embrayage mécanique, le nombre de points d'engagement sur un volant aura un effet sur le calcul du temps d'arrêt. Pour en savoir plus, consulter la norme CSA Z142, intitulée *Règles de sécurité et d'hygiène applicables aux presses à découper et à plier*.

AVERTISSEMENT! *À elles seules, les commandes à deux mains ne fournissent pas nécessairement une protection suffisante. Des protecteurs supplémentaires peuvent être requis pour protéger les travailleurs autres que l'opérateur.*

Exigences liées à la conception et au rendement des capteurs de présence


Capteur de proximité – cellule de production robotisée
Rideau de lumière – presse à plier
Tapis de sécurité – machine à estamper

Mode de fonctionnement

Contrairement aux protecteurs et aux commandes à deux mains, les capteurs de présence n'empêchent pas l'accès à un point de fonctionnement dangereux. Cependant, ils empêchent les mouvements dangereux d'une machine lorsqu'une partie du corps d'un travailleur se trouve dans la zone de danger après l'amorce d'un cycle de la machine. Il s'agit d'une bonne forme de protection si un accès fréquent est requis pour charger des pièces et faire des mises au point pendant le fonctionnement normal d'une machine lorsque les autres formes de protection sont trop restrictives. Ces dispositifs de sécurité empêchent les mouvements dangereux, tout en permettant un **accès non restreint** en captant la présence de l'opérateur et en transmettant un signal d'arrêt. Les rideaux de lumière, les capteurs de proximité et les tapis de sécurité en sont des exemples.

Bon nombre de facteurs techniques, comme la fiabilité des commandes de la machine et la distance de sécurité, influencent le choix et l'emplacement des rideaux de lumière, des capteurs de proximité et des tapis de sécurité. Pour en savoir plus, consulter les normes indiquées ci dessous dont il est question dans le *Règlement sur la sécurité et la santé au travail*. (RM217/2006) :

- norme CSA Z432, intitulée *Protection des machines;*
- norme CSA Z142, intitulée *Règles de sécurité et d'hygiène applicables aux presses à découper et à plier;*
- norme CSA Z434, intitulée *Robots industriels et systèmes robotiques : Exigences générales de sécurité;*
- norme CSA Z460, intitulée *Maîtrise des énergies dangereuses : Cadenassage et autres méthodes;*
- norme CSA Z114 – M1977, intitulée *Safety Code for the Woodworking Industry.*

Il y a quatre limites importantes à considérer au moment de choisir ces dispositifs de protection :

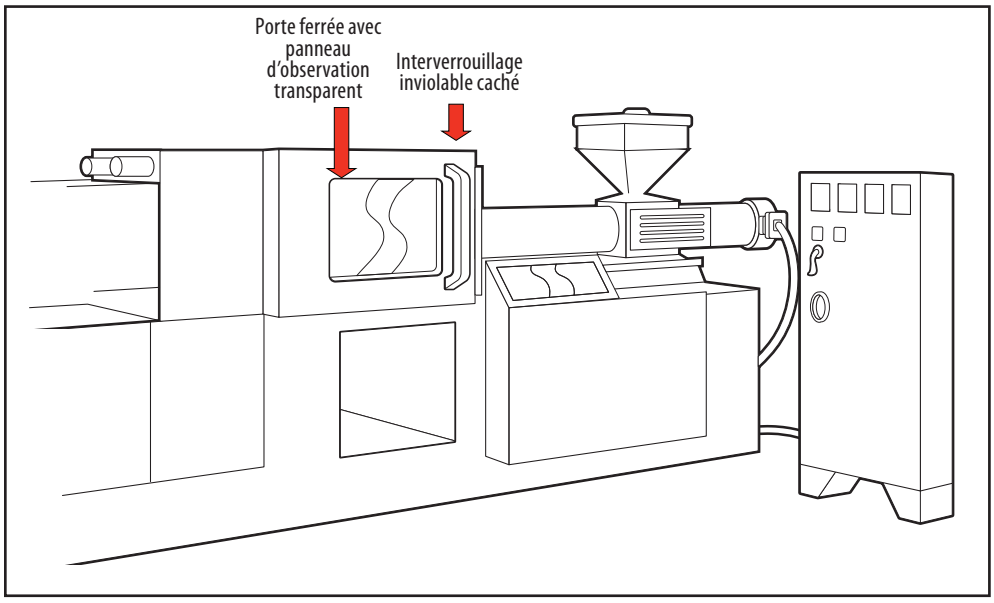
- les capteurs de présence n'assurent pas nécessairement à eux seuls une protection suffisante, ce qui fait que des protecteurs supplémentaires pourraient être requis pour protéger les travailleurs autres que l'opérateur;
- les capteurs de présence ne doivent jamais être utilisés pour protéger une machine munie d'un embrayage à révolution complète;
- on ne devrait jamais chercher à installer un capteur de présence tant que les exigences des normes pertinentes n'auront pas été examinées;
- les capteurs de présence ne seront utilisés que pendant le travail de production habituel. **Ils ne constituent pas une solution de rechange au verrouillage!**

Capteurs photoélectriques – rideaux de lumière

Ces dispositifs émettent un « rideau » de lumière infrarouge inoffensive devant la zone de danger. S'il y a un blocage, le circuit de commande du rideau de lumière transmet un signal d'arrêt au système de commande de la machine. Ce type de dispositif de protection assure le maximum de protection avec le minimum d'impact sur le fonctionnement normal de la machine. Il convient particulièrement bien à la protection du fonctionnement normal des presses à plier. *Remarque – de la vapeur ou de la poussière peut par inadvertance nuire à un rideau de lumière.*

Tapis de sécurité à capteur de pression

Ces dispositifs sont utilisés pour protéger le plancher autour d'une machine. Des tapis interconnectés sont déployés autour de la zone de danger et dès que la bonne pression est exercée (p. ex., les pas de l'opérateur), l'unité de contrôle des tapis transmet un signal d'arrêt à la machine protégée. Les tapis sensibles à la pression sont souvent utilisés à l'intérieur d'une enceinte où se trouvent plusieurs machines, comme des cellules flexibles et des cellules de production robotisées. Lorsque l'accès à ces cellules est requis (p. ex., pour « enseigner » au robot), les tapis empêchent les mouvements dangereux si l'opérateur s'éloigne de la zone de sécurité.



Machine à mouler à injection horizontale munie d'un protecteur à interverrouillage

Exigences liées à la conception et au rendement des protecteurs à interverrouillage

Mode de fonctionnement

Si l'accès à un point de fonctionnement (point d'alimentation) est requis pendant le travail de production habituel, un protecteur mobile pouvant s'ouvrir muni d'un dispositif d'interverrouillage avec la source d'énergie de la machine peut s'avérer une solution fiable et économique. L'alimentation de commande de la machine passe par le contact de sécurité du dispositif d'interverrouillage. Ce dernier empêche le fonctionnement de la machine si le protecteur est en position ouverte. La source d'énergie de la machine est habituellement électrique, mais elle peut être aussi pneumatique ou hydraulique.

Si le protecteur à interverrouillage est ouvert pendant le travail de production habituel, la machine s'arrêtera. C'est ce qu'on appelle un **interverrouillage simple**. Certains interrupteurs d'interverrouillage ont aussi un dispositif de blocage qui maintient la porte du protecteur fermée et qui ne s'ouvrira pas tant que la machine n'aura pas cessé de fonctionner. Ce dispositif se trouve dans certaines machines à laver le linge avec cycle d'essorage. Il s'agit là d'un **dispositif de verrouillage de la source d'énergie**, souvent utilisé avec des machines comme les culbuteurs et les centrifuges, dont le temps de ralentissement peut varier de quelques secondes à plusieurs minutes. Plusieurs facteurs techniques influencent le choix et la position des protecteurs à interverrouillage. Ces facteurs sont décrits en détail dans la norme CSA Z432, intitulée *Protection des machines*, qui devrait être consultée au moment de la conception ou du choix d'un dispositif de protection à interverrouillage.

Voici quelques points importants à considérer quand vient le temps de choisir un dispositif de protection à interverrouillage :

- L'interrupteur d'interverrouillage recommandé par le fabricant peut il être utilisé pour assurer la sécurité? La plupart des interrupteurs d'interverrouillage sont conçus pour servir dans le processus de fabrication. Ils n'ont pas nécessairement l'intégrité et la fiabilité requises pour assurer la sécurité d'un travailleur.
- Lorsque l'évaluation du risque indique un degré de risque élevé, il peut être nécessaire de surveiller l'intégrité des circuits du protecteur à interverrouillage. Des interverrouillages supplémentaires peuvent être également requis.
- Les interrupteurs d'interverrouillage utilisés pour assurer la sécurité sont dotés de contacts à ouverture positive qui sont habituellement fermés. Cela veut dire que les contacts électriques demeurent ouverts sous l'action d'un mécanisme non résilient (c. à d. que les contacts ne s'ouvrent pas sous l'effet d'un ressort). Le symbole international utilisé pour illustrer un contact à ouverture positive est ⊖.
- Les interrupteurs d'interverrouillage devraient être inviolables et difficiles à mettre en échec ou à contourner à l'aide de moyens simples comme un bout de câble, du ruban adhésif, un outil à main, etc. Pour ce faire, les fabricants de protecteurs à interverrouillage ont créé des dispositifs d'interverrouillage par serrures comptant deux pièces ou des dispositifs basés sur des senseurs magnétiques codés.
- Les dispositifs d'interverrouillage devraient être installés en « mode positif ». Lorsqu'ils le sont, le mécanisme non résilient qui force les contacts normalement fermés à s'ouvrir relève

directement du protecteur.

- Les dispositifs de verrouillage de la source d'énergie peuvent nécessiter que certaines parties de la machine maintiennent une réserve d'énergie lorsque la machine est arrêtée. La mise en œuvre de procédures de verrouillage devrait régler ce problème. Un verrouillage est requis si ce type de dispositif de protection s'avère inefficace.

Portillon

Le portillon est un protecteur à interverrouillage particulier. On l'utilise couramment pour protéger un opérateur qui alimente manuellement une presse à découper, mais il peut servir pour bien d'autres machines. Voir la Figure 3.13.

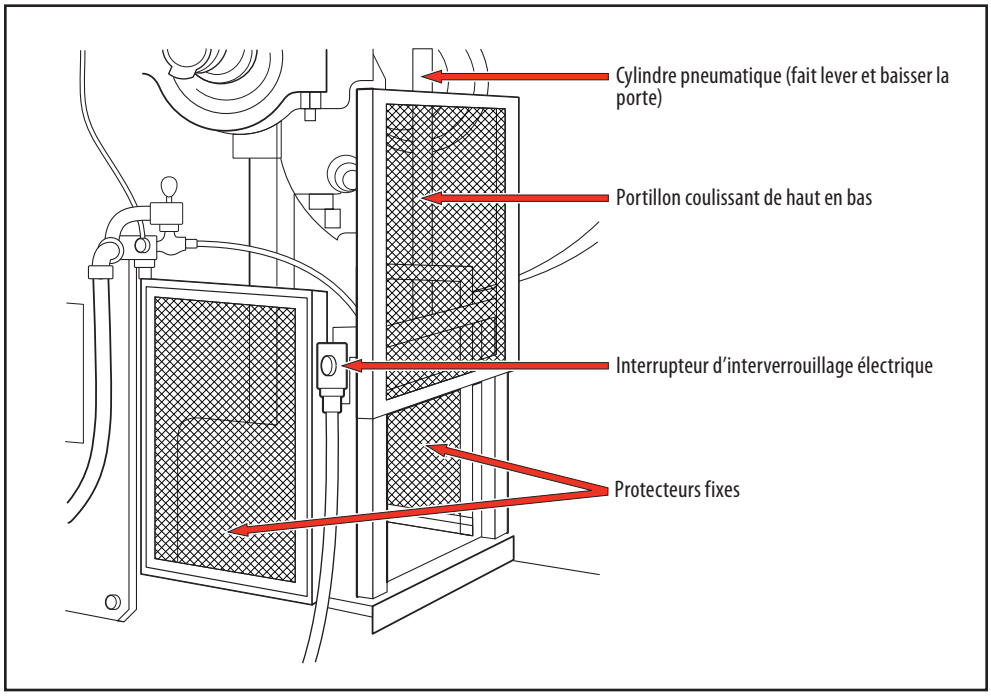

Cylindre pneumatique (fait lever et baisser la porte)
Portillon coulissant de haut en bas
Interrupteur d'interverrouillage électrique
Protecteurs fixes

Figure 3.13. Presse à découper avec portillon

Lorsqu'une machine termine son cycle ou revient en haut de course (p. ex., presse), le portillon s'ouvre automatiquement, permettant ainsi à l'opérateur de retirer la pièce formée. L'opérateur place ensuite le matériau à utiliser dans la machine puis active les commandes afin de démarrer un nouveau cycle. Cela peut se faire à l'aide d'une pédale, d'une commande à une main ou de commandes à deux mains (de préférence). Le portillon doit se fermer avant que la machine n'entame son cycle. Cette fermeture se fait à l'aide d'un cylindre pneumatique à basse pression rattaché au portillon. En

cas d'obstruction du portillon (p. ex., les mains de l'opérateur), le portillon ne fermera pas totalement. L'interrupteur d'interverrouillage empêchera le fonctionnement de la machine jusqu'à ce qu'il n'y ait plus d'obstruction et que les commandes soient réinitialisées.

Il existe deux types de portillons. Le **type A** est utilisé pour protéger les machines avec **embrayage à révolution complète** (voir page 33). Ce qui suit décrit la séquence type des opérations d'un cycle complet d'une machine utilisant un portillon de type A :

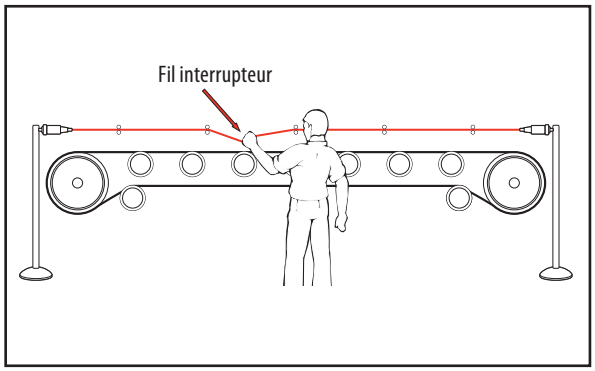
1. le matériau est placé dans la machine qui entame ensuite son cycle (s'il n'y a pas d'obstruction, le portillon se refermera);
2. la machine fait un cycle complet;
3. le portillon s'ouvre *après* la fin du cycle.

Le portillon de **type B** ne protège l'opérateur que pendant la course d'approche du cycle de la presse (ou la course de fermeture d'une machine). Ce type de portillon peut être utilisé seulement pour protéger les machines avec **embrayage à révolution partielle** (voir page 33). Ce qui suit décrit la séquence type des opérations d'un cycle complet d'une machine utilisant un portillon de type B :

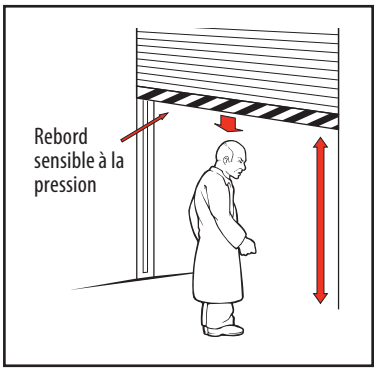
1. le matériel est placé dans la machine qui entame ensuite son cycle (s'il n'y a pas d'obstruction, le portillon se refermera);

2. une fois que la machine parvient à la partie du cycle où le danger au point de fonctionnement a été éliminé et avant que le cycle n'ait pris fin, le portillon de type B s'ouvre, permettant ainsi à l'opérateur de retirer la pièce formée.

Dispositifs d'arrêt d'urgence sensibles à la pression



Dispositif d'arrêt d'urgence à câble – système de commande



Pare-chocs de sécurité – porte se relevant au plafond

Mode de fonctionnement

Ces dispositifs de sécurité fonctionnent plus ou moins comme un capteur de présence, à cette différence près : ils peuvent donner accès à la zone de danger avant d'être activés et de transmettre un signal d'arrêt à la machine, ce qui peut causer un risque de blessure limité. Ces dispositifs deviennent ainsi la forme de protection la plus raisonnable lorsqu'il n'est pas pratique de recourir à d'autres moyens plus efficaces.

Dans la mesure du possible, les interrupteurs d'arrêt d'urgence à câble, les barres sensibles à la pression (arceaux de sécurité, barres de sécurité à la hauteur du ventre) et autres dispositifs similaires devraient être installés de manière à être activés involontairement lorsque le travailleur s'approche de la zone de danger. Par exemple, un travailleur qui tomberait sur un convoyeur à bande déclencherait automatiquement le fil interrupteur d'urgence.

Une inspection et une mise à l'essai de ces dispositifs devraient être effectuées avant le début d'un quart de travail.

Dispositifs d'arrêt d'urgence à câble

Ces dispositifs donnent au travailleur une « **première et dernière chance** » d'arrêter une machine en cas de contact accidentel. Ils doivent être sélectionnés et installés de façon à ce que l'arrêt d'urgence soit activé dès que l'on tire sur le câble dans n'importe quelle direction. L'interrupteur doit aussi activer l'arrêt d'urgence lorsqu'il détecte **un bris de câble ou le mou de câble**. Les Figures 3.14 et 3.15 fournissent deux exemples de dispositifs d'arrêt d'urgence à câble.

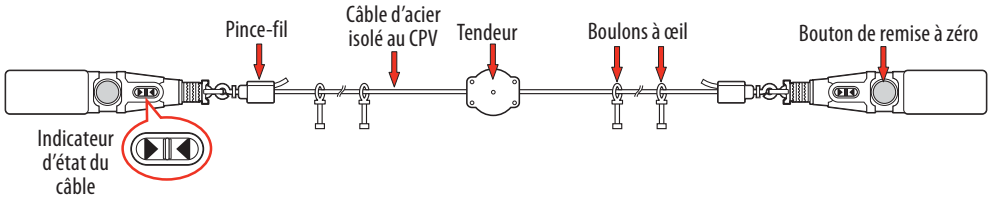


Figure 3.14. Dispositif d'arrêt d'urgence à câble utilisant deux interrupteurs d'arrêt d'urgence. L'interrupteur est activé dès que l'on tire sur le câble dans n'importe quelle direction.

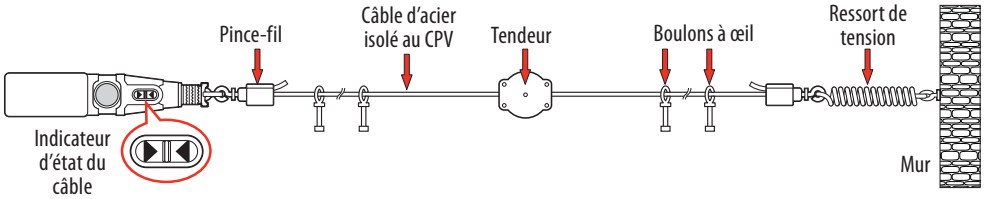
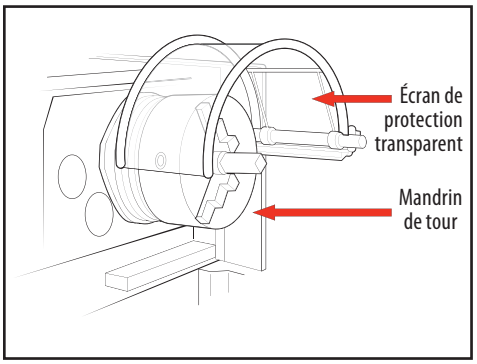
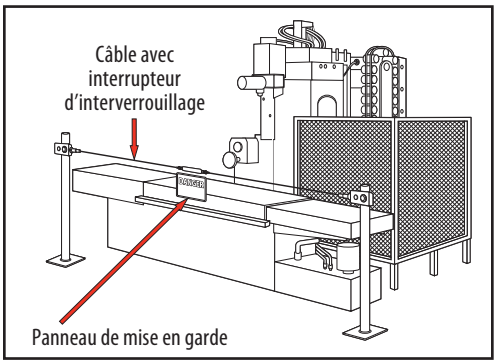


Figure 3.15. Dispositif d'arrêt d'urgence à câble utilisant un interrupteur d'arrêt d'urgence et un ressort de tension installé au mur. L'interrupteur est activé dès que l'on tire sur le câble dans n'importe quelle direction.

Écrans de protection et barrières d'avertissement



Barrière d'avertissement – mandrin de tour



Barrière d'avertissement –table coulissante

Mode de fonctionnement

Les **écrans de protection**, qui prennent souvent la forme de barrières transparentes, sont habituellement installés sur les tours, les machines à fraiser, les machines à aléser et les machines à percer. On peut aussi en installer sur les machines à travailler le bois. Ils servent habituellement à empêcher les éclats, les étincelles, les copeaux, le liquide de refroidissement ou la graisse d'atteindre l'opérateur et les autres travailleurs se trouvant à proximité de la machine. En plus d'assurer une certaine protection, la plupart des écrans permettent de bien voir le point de fonctionnement.

Les **barrières d'avertissement** comprennent les assemblages de câble électriquement verrouillés installés à l'arrière de machines comme les presses à plier et les machines à cisailler, afin d'empêcher les travailleurs d'y accéder. Ces aires sont souvent hors du champ de vision de l'opérateur. La machine s'arrête si quelqu'un tire sur le câble ou l'amollit. Il est recommandé de fixer un panneau de mise en garde sur le câble.

Bien que les écrans de protection et les barrières d'avertissement assurent une certaine protection, *ils ne peuvent être considérés comme des protecteurs, car ils ne font que restreindre l'accès à la zone de danger.*

Au moment d'installer ces dispositifs et avant de les déplacer de leur position habituelle, il faut toujours couper le moteur de la machine. S'il y a un risque de démarrage accidentel, il faut suivre les procédures de verrouillage.

Arrêts d'urgence

Mode de fonctionnement

Un **arrêt d'urgence** est un bouton d'arrêt rouge ayant la forme d'un champignon sur lequel on appuie en cas d'urgence, de défaillance ou d'accident.

L'arrêt d'urgence n'est pas considéré comme un dispositif de sécurité majeur, car il doit être activé intentionnellement et permet rarement d'éviter les accidents. Le dispositif d'arrêt d'urgence est utilisé après coup. Il peut, cependant, faire cesser un fonctionnement dangereux d'une machine et, une fois activé, stopper une machine lorsqu'un accident s'est produit.

Les diverses normes publiées portant sur les dispositifs de protection contiennent des exigences relatives aux arrêts d'urgence, notamment le nombre requis et l'endroit où ils devraient être placés. Les exigences qui suivent s'appliquent à toutes les installations d'arrêt d'urgence :

- l'arrêt d'urgence doit se trouver à un endroit bien dégagé à portée de main de l'opérateur et de toute autre personne directement touchée par le fonctionnement de la machine;
- il doit être rouge et en forme de champignon;
- il doit pouvoir être activé immédiatement par n'importe quelle partie du corps (pas d'anneau de protection ou de position en retrait);
- il faut appuyer dessus pour l'activer et tirer dessus pour le réinitialiser, et il doit maintenir sa position une fois activé (pas un interrupteur fonctionnant en mode Homme présent);
- il faut vérifier si la machine est en état de fonctionner en toute sécurité avant de réinitialiser l'arrêt d'urgence;
- il doit être câblé au circuit de commande afin de permettre à la bobine électromagnétique d'être mise au repos (et non passer par un contrôleur programmable, sauf à des fins de surveillance);
- la machine ne doit pas redémarrer simplement en tirant sur le bouton et en réinitialisant l'arrêt d'urgence. Une deuxième commande indépendante doit aussi être activée avant que la machine ne puisse redémarrer.

Choix du dispositif de protection approprié

Si toutes les machines se ressemblaient, ce serait tellement plus simple de concevoir un protecteur universel qu'on installerait pendant leur fabrication. Sauf que les machines ne sont pas pareilles et pour compliquer les choses, les acheteurs du même modèle de machine peuvent l'utiliser de différentes façons à différentes fins, qui peuvent aussi changer pendant la durée de vie de la machine. Dans certains cas, les machines ne sont pas utilisées aux fins prévues par le fabricant. Il est important de s'assurer de posséder la machine et l'outil qui conviennent au travail effectué. Il faut éviter de modifier ou d'adapter une machine sans consulter le fabricant ou une personne qualifiée (p. ex., un ingénieur). Voilà pourquoi le fabricant ne peut toujours assurer une protection efficace du point de fonctionnement d'une machine.

Dans bien des cas, le choix d'un dispositif de protection ne peut se faire qu'après une évaluation du risque effectuée par l'utilisateur. Le graphique de la Figure 3.17 et les indications fournies au Tableau 3.3 peuvent faciliter ce choix.

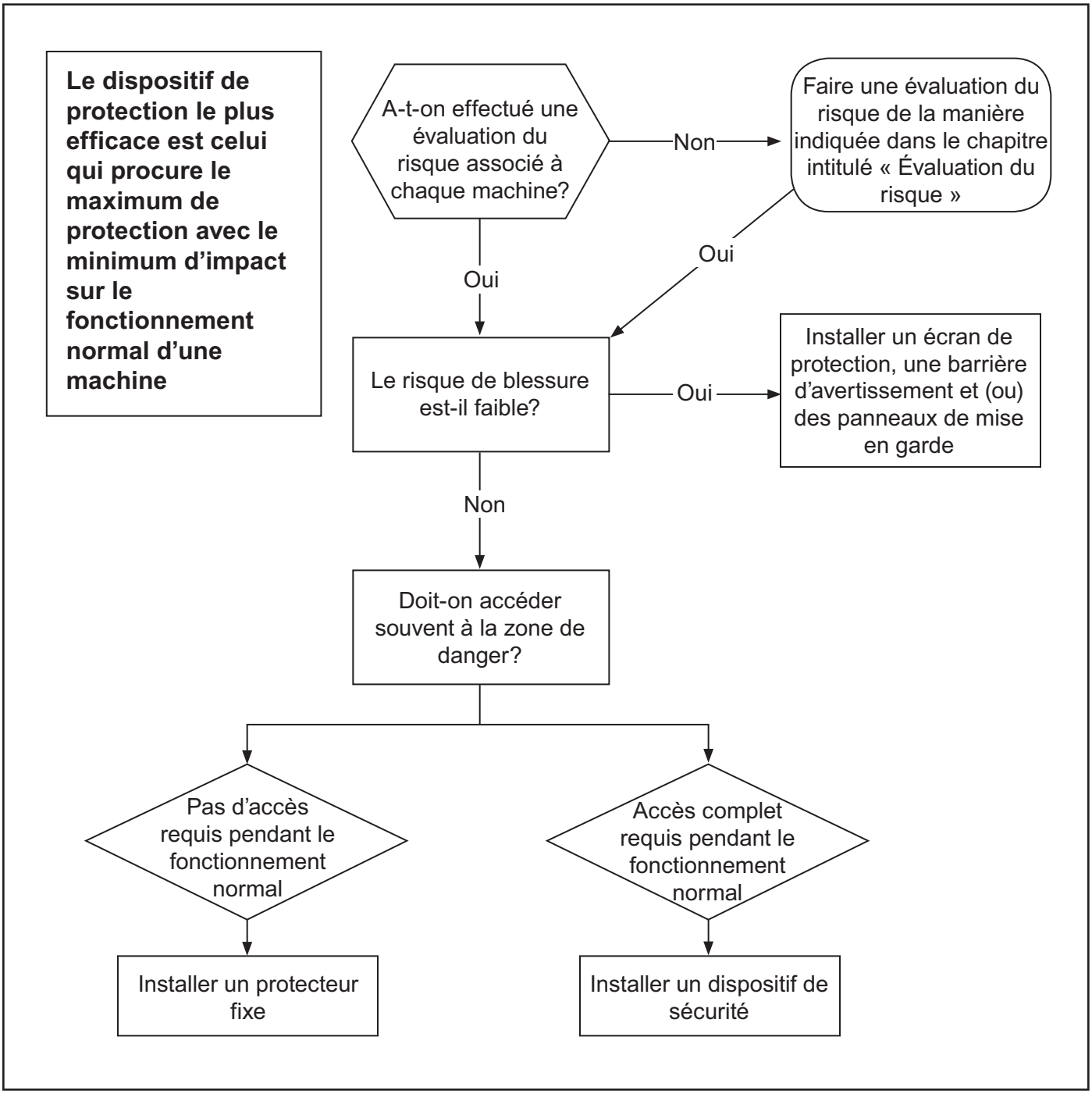

Le dispositif de protection le plus efficace est celui qui procure le maximum de protection avec le minimum d'impact sur le fonctionnement normal d'une machine
A-t-on effectué une évaluation du risque associé à chaque machine?
Non
Faire une évaluation du risque de la manière indiquée dans le chapitre intitulé « Évaluation du risque »
Oui
Oui
Le risque de blessure est-il faible?
Oui
Installer un écran de protection, une barrière d'avertissement et (ou) des panneaux de mise en garde
Non
Doit-on accéder souvent à la zone de danger?
Pas d'accès requis pendant le fonctionnement normal
Accès complet requis pendant le fonctionnement normal
Installer un protecteur fixe
Installer un dispositif de sécurité

Figure 3.17. Choix du dispositif de protection approprié

Table 3.3. Indications utiles pour le choix d'un dispositif de protection approprié

Types de dispositif de protection	Types d'application	Action de protection	Avantages	Limites
Barrières matérielles				
Protecteur fixe de courroie de transmission	• Transmissions par courroie en V • Entraînements par chaîne • Attelages moteurs et prises de force • Volants	• Empêche complètement les mains ou d'autres parties du corps d'entrer dans la zone de danger	• Protège complètement s'il est laissé en place • Facile à installer	• Peut entrer en contact avec la graisse à moins d'être modifié
Protecteur fixe de point de fonctionnement	• Trancheuses • Hachoirs à viande • Cisailles à tôle • Points de coincement par attraction de rouleaux de caoutchouc, de papier et de textile • Presses	• Enceinte close qui permet l'entrée du matériau ou le retrait du produit fini, mais pas l'entrée des mains dans la zone de danger	• Protège complètement s'il est laissé en place • Les deux mains peuvent rester libres • Convient à tous les types d'embrayage (révolution partielle ou complète)	• Se limite généralement à des matériaux plats • Peut nécessiter des outils spéciaux pour enlever les blocages • Peut nuire à la visibilité
Protecteur (articulé ou coulissant) à interverrouillage simple	• La plupart des presses mécaniques • Presses à balles et compacteurs • Presses des fonderies • Systèmes robotiques	• L'ouverture du protecteur stoppe la machine • La machine ne démarre pas lorsque le protecteur est ouvert	• Les deux mains sont libres pour l'alimentation • L'ouverture et la fermeture du protecteur peuvent être automatiques	• Les commandes doivent être à une distance sûre conformément aux exigences • Le fonctionnement sécuritaire dépend de la fiabilité des commandes
Protecteur (articulé ou coulissant) avec dispositif de verrouillage de la source d'énergie	• Tonneaux d'é bavurage • Extracteurs, séchoirs et culbuteurs de buanderie • Centrifuges • Agitateurs à peinture • Certains pétrins à boulangerie et pâtisserie	• La machine ne démarre pas lorsque le protecteur est ouvert • Le protecteur ne s'ouvre pas tant que la machine n'est pas arrêtée complètement	• Enceinte totalement close jusqu'à ce que la machine soit complètement arrêtée • Ne nuit pas à la production	• Requiert une mise au point précise et un bon entretien • Risque de ne pas fonctionner en cas de panne électrique ou mécanique
Alimentation automatique ou semi-automatique avec point de fonctionnement recouvert	• Opérations de découpage des presses mécaniques • Machines à matricer et à estamper • Déchiqueteuses de goulotte d'évacuation • Machines de pâtisserie	• Le matériau est introduit au moyen de chutes, de trémies, de convoyeurs, de rouleaux, de matrices mobiles, etc. • Aucune partie du corps ne peut entrer dans l'espace recouvert	• Augmentation de la production • Le travailleur ne peut mettre sa main dans la zone de danger	• Frais d'installation élevés pour de courtes périodes • Peut nécessiter un entretien spécialisé
Orifice d'alimentation réduit ou glissière inclinée	• Machines à cisailler actionnées par une pédale • Certaines presses à découper et à plier	• L'orifice d'alimentation ou la glissière inclinée est limité à au plus 6 mm (¼ po) • Les doigts ne peuvent entrer dans la zone de danger	• Assure une protection active • Pas d'entretien ou de mise au point nécessaire	• La petite ouverture limite les dimensions du matériau • Une supervision et une formation efficaces sont requises

Types de dispositif de protection	Types d'application	Action de protection	Avantages	Limites
Other safeguards				
Commandes à deux mains	• Presses alimentées à la main • Presses hydrauliques • Plieuses de barres d'armature • Plieuses de tube • Guillotines à papier	• Cycle démarrant par l'activation simultanée des deux commandes • La machine s'arrête dès que l'on relâche une des deux commandes pendant le cycle	• Les deux mains sont tenues à l'écart de la zone de danger • Ne gênent pas l'alimentation manuelle • Aucune mise au point requise • Faciles à installer • Permettent d'introduire et d'enlever des pièces complexes, ce qui ne se fait pas avec un protecteur	• Les commandes doivent être à une distance sûre conformément aux exigences • Le fonctionnement sécuritaire dépend de la fiabilité des commandes • Les mains ne sont pas libres pour soutenir le matériau utilisé • Les travailleurs autres que l'opérateur doivent être protégés du danger
Capteurs de présence : • Rideaux de lumière • Antenne radiofréquence • Tapis sensibles à la pression	• Presses à plier • Presses à révolution partielle (embrayage pneumatique) seulement • Systèmes robotiques	• Lorsque le champ est coupé, un signal d'arrêt est transmis aussitôt à la machine	• Ne gênent pas l'alimentation ou la production normale • Pas d'obstruction de la machine et autour du travailleur	• L'installation coûte cher • Le dispositif doit être à une distance sûre conformément aux exigences • Le fonctionnement sécuritaire dépend de la fiabilité du système de commandes • Les travailleurs autres que l'opérateur doivent être protégés du danger • Des mises au point ou calibrages fréquents pourraient être requis
Dispositifs limitant le mouvement de la machine (« mode fractionné », « mode par à-coups », « mode configuration »)	• Presses à imprimer • Presses (pendant la mise au point et l'entretien)	• Procurent à l'opérateur ou au personnel d'entretien un moyen de modifier le mouvement de la machine par fractionnement ou par à coups pendant la mise au point	• Permettent à l'opérateur et au personnel d'entretien de contrôler les mouvements dangereux de la machine en toute sécurité	• Peuvent être dangereux si on les utilise en mode production sur des presses (la norme CSA indique qu'on ne peut les utiliser à des fins de production)
Protecteurs autoréglables	• Scies à ruban • Scies circulaires à table • Scies à onglets • Scies circulaires à main • Scies à crête • Façonneuses à bois • Cisailles à tôle d'acier à grande capacité	• L'opérateur peut entrer ses mains à l'intérieur de l'enceinte, mais il est averti avant de parvenir à la zone de danger	• Rendent les machines difficiles à protéger plus sécuritaires • Ne gênent habituellement pas la production • Faciles à installer • Permettent l'entrée de matériau de différentes dimensions	• La protection n'est pas entière en tout temps – les mains peuvent atteindre la zone de danger • Ces protecteurs peuvent être facilement déjoués • Choix de dernier ressort

Types de dispositif de protection	Types d'application	Action de protection	Avantages	Limites
Dispositifs d'arrêt d'urgence sensibles à la pression : • Arceau de sécurité • Barre antipanique • Fil interrupteur d'urgence • Barre de protection	• Ébouteuses • Calandres • Broyeurs de caoutchouc • Presses hydrauliques • Convoyeurs • Découpeuses à bois	• Sans le faire intentionnellement, le travailleur entre en contact avec le dispositif d'arrêt d'urgence, qui transmet un signal d'arrêt à la machine	• Rendent les machines difficiles à protéger plus sécuritaires • Ne gênent pas la production	• Requièrent une installation et un entretien appropriés • La sécurité du fonctionnement dépend de la fiabilité du système de commande • Peuvent nécessiter l'installation d'un système de freinage pour la machine
Dispositifs de retenue (travailleur passif)	• Coupeuses à alimentation horizontale • Points d'alimentation d'une tarière • Opérations d'une presse	• Le travailleur est retenu par une ceinture de sécurité ou un cordon d'assujettissement, ou par des câbles fixes rattachés à des bracelets, ce qui l'empêche d'accéder à la zone de danger	• Faciles à installer • Peu coûteux • Permettent une alimentation manuelle maximale	• Peuvent être difficiles à surveiller • Résistance du travailleur (changement d'habitudes) • Doivent être adaptés à chaque opérateur
Dispositifs de retenue (travailleur actif)	• Presses à embrayage mécanique • Presses à plier • Presses à gaufrer	• Les mains de l'opérateur sont rattachées à un câble qui les ramène si elles restent dans la zone de danger	• Réagissent même en cas de répétition mécanique accidentelle • Faciles à installer • S'adaptent aux changements fréquents au niveau des matrices	• Requièrent une supervision efficace • Résistance du travailleur (changement d'habitudes) • Doivent être adaptés à chaque opérateur et à chaque opération
Barrières d'avertissement : • Écran de protection • Pare-éclaboussures	• Mandrins de tour • Fraiseuses • Perceuses • Machines-outils	• Barrières partielles qui retiennent les liquides, les éclats et les copeaux	• Faciles à installer • Ne gênent pas le fonctionnement	• Assurent une protection limitée contre le risque de se blesser en entrant en contact avec les parties en mouvement

4

Utilisations courantes des dispositifs de protection

Protecteurs de courroie de transmission

Les courroies de transmission se composent habituellement de courroies, de poulies, de chaînes, de roues dentées, d'arbres et de raccords. Les contacts avec ces parties en mouvement occasionnent un grand nombre de blessures pouvant être évitées. La fabrication et l'installation de protecteurs pour contrer ces dangers est, somme toute, une affaire pas très compliquée. Pour savoir ce qu'il faut et ne faut pas faire avec les protecteurs, consulter la section intitulée *Exigences liées à la conception et au rendement des protecteurs* (page 25).

Les protecteurs de machines les plus courants sont :

- les protecteurs d'entraînement à courroie en V ou commandé par chaîne;
- les protecteurs de l'arbre de prise de force (usités dans le secteur agricole).

Protecteur d'entraînement à courroie en V ou commandé par chaîne

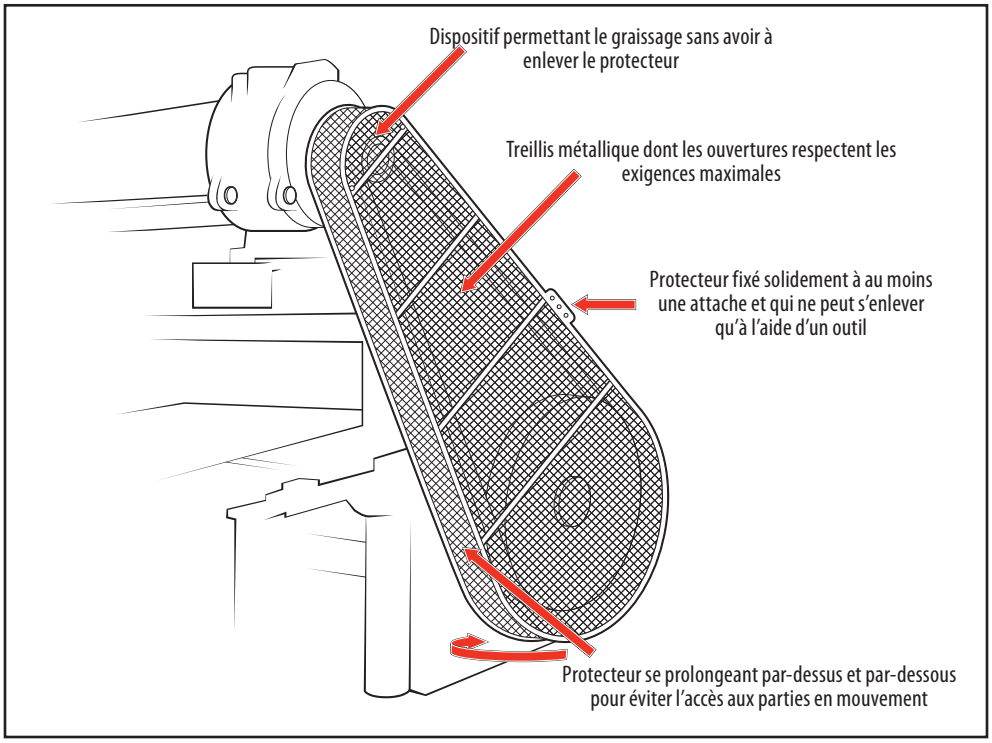

Dispositif permettant le graissage sans avoir à enlever le protecteur
Treillis métallique dont les ouvertures respectent les exigences maximales
Protecteur fixé solidement à au moins une attache et qui ne peut s'enlever qu'à l'aide d'un outil
Protecteur se prolongeant par-dessus et par-dessous pour éviter l'accès aux parties en mouvement

Figure 4.1. Modèle courant de protecteur d'entraînement à courroie en V ou commandé par chaîne.

Protecteur de l'arbre de prise de force

Les arbres de prise de force non protégés sont responsables d'un grand nombre de blessures par accrochage, notamment dans le secteur agricole, où on les utilise souvent avec des tracteurs pour faire fonctionner des machines portatives comme des pompes d'arrosage. Comme ce genre d'équipement est utilisé fréquemment pendant de courtes périodes, on a tendance à négliger d'y installer des protecteurs. C'est une bonne habitude que d'installer un câble ou une chaîne à chaque extrémité du protecteur de l'arbre de prise de force, de façon à ce que le protecteur puisse être fixé solidement au tracteur ou à l'équipement lorsqu'on ne l'utilise pas.

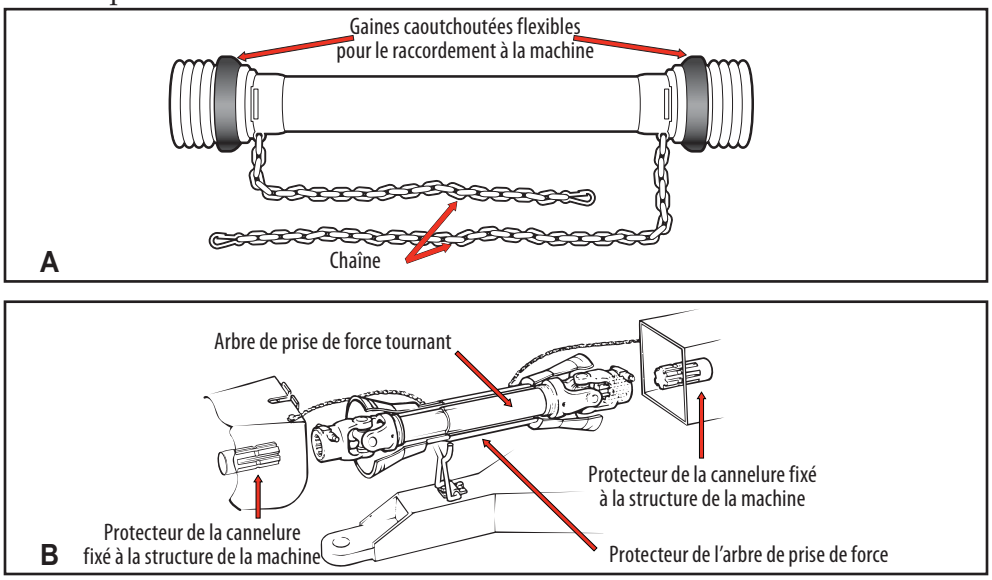

Gaines caoutchoutées flexibles
pour le raccordement à la machine
Chaîne
A
Arbre de prise de force tournant
Protecteur de la cannelure fixé
à la structure de la machine
Protecteur de la cannelure
fixé à la structure de la machine
Protecteur de l'arbre de prise de force
B

Figure 4.2. Protecteurs de l'arbre de prise de force. (A) Avec chaîne fixée à chaque extrémité du protecteur. (B) Vue en coupe de l'arbre de prise de force et d'un protecteur type.

Protecteur d'arbre tournant et de raccord

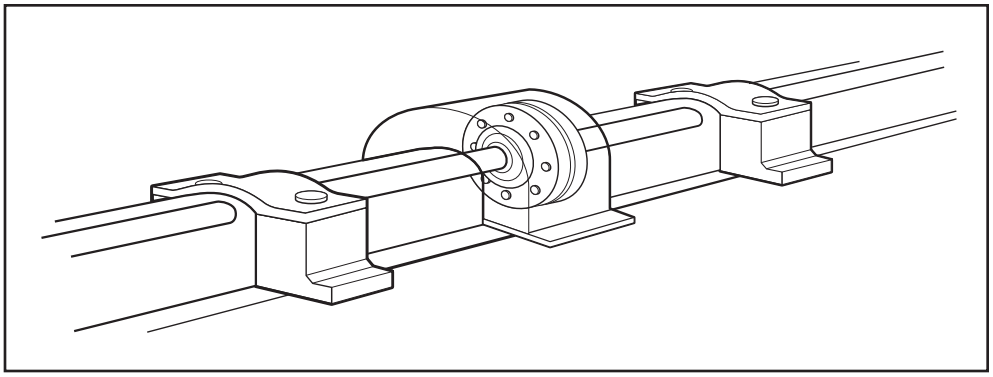


Figure 4.3. Illustration d'un protecteur d'arbre tournant et de raccord.

Convoyeurs

Cette section porte sur deux types de convoyeurs courants :
- les convoyeurs à courroie;
- les convoyeurs à vis.

Convoyeurs à courroie

Les blessures associées aux convoyeurs à courroie non protégés se rapportent habituellement à l'une ou l'autre des parties en mouvement ci dessous :
- la courroie de transmission (entraînement à courroie en V ou commandé par chaîne);
- le convoyeur à courroie comme tel à proximité des tambours de tête et de queue.

La protection de la courroie de transmission est assurée par les méthodes de protection décrites précédemment pour les courroies de transmission types. La protection du point de coincement par attraction entre la courroie et les tambours de tête et de queue est assurée en recouvrant complètement l'accès à la courroie et aux tambours d'une cage (ou « botte » comme on l'appelle souvent dans l'industrie) à au moins 1 mètre (3,3 pieds) à partir du centre du tambour. La Figure 4.4B montre une « botte » type du tambour de queue d'un convoyeur à courroie. La botte doit être conçue et fabriquée de façon à permettre les mises au point, qui doivent pouvoir se faire sans qu'il soit nécessaire d'enlever la botte lorsque la courroie est en mouvement.

Si l'installation de garde-corps ou d'une enceinte n'empêche pas l'accès à un convoyeur à courroie en marche, un fil interrupteur d'urgence se prolongeant sur toute la longueur du convoyeur devient alors un bon dispositif de sécurité à installer, conformément aux consignes de sécurité décrites dans la section intitulée « Dispositifs d'arrêt d'urgence à câble » (page 41).

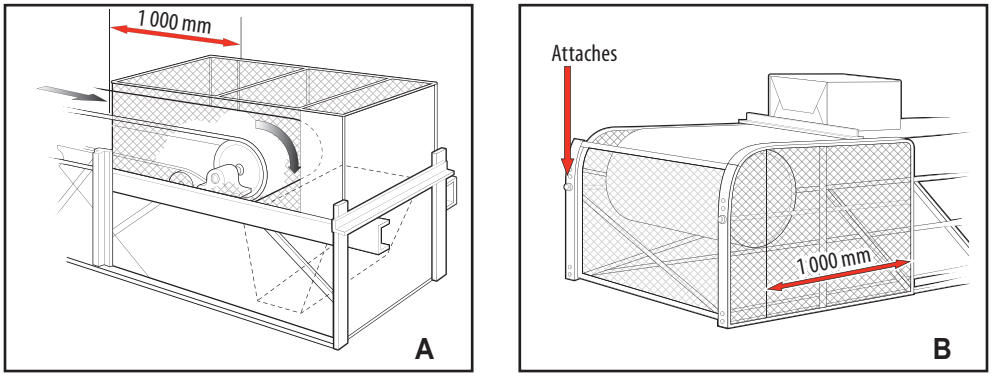
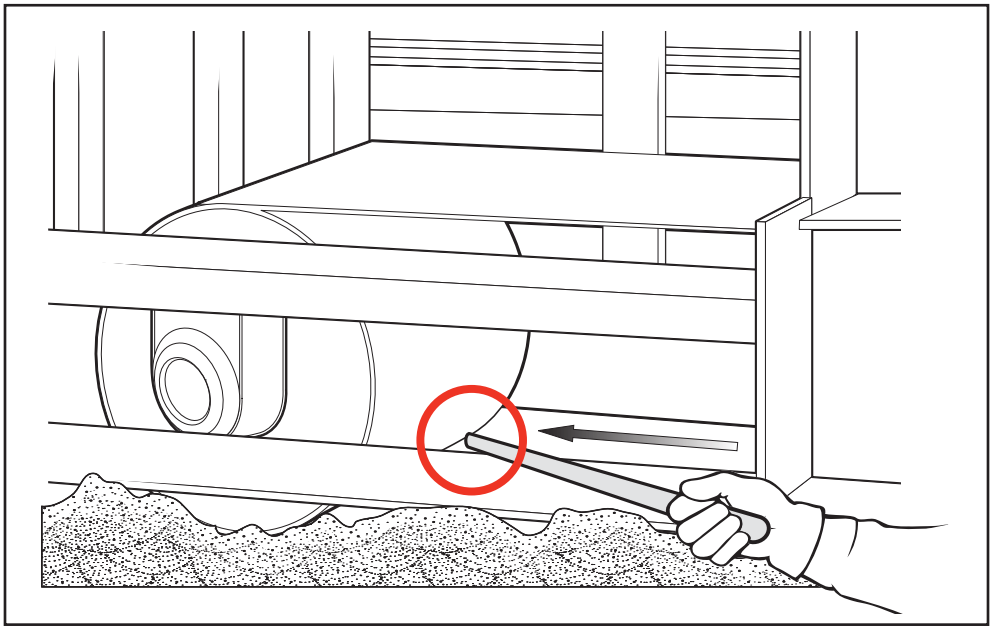


Figure 4.4. « Bottes » protectrices types d'un convoyeur à courroie. (A) Protecteur de tambour de tête. (B) Protecteur de tambour de queue.

Une négligence flagrante en matière de sécurité est à l'origine d'une amputation :

- Le tambour de queue de ce convoyeur à courroie n'était pas protégé pour en bloquer l'accès.
- Le travailleur a utilisé un bâton pour enlever les débris en dessous de la courroie.

Lorsque le bâton a été entraîné dans le tambour, le travailleur n'a pas eu le temps de le lâcher.



Convoyeurs à vis

Les convoyeurs à vis (ou à spire) se trouvent dans toutes sortes d'exploitations industrielles comme les dépôts de glace, les cimenteries, les usines de pâte à papier, les silos à grains et les exploitations agricoles. Les blessures associées aux convoyeurs à vis non protégés sont généralement traumatisantes et très graves, et entraînent souvent la mort lorsque le corps au complet s'y trouve pris.

Un convoyeur à vis est comme un grand hachoir à viande. Ce type de machine est celui qui pardonne le moins. Tout comme le convoyeur à courroie, il y a deux principales sources de danger :

- la courroie de transmission (entraînement à courroie en V ou commandé par chaîne et unité de réduction de puissance connexe);
- la vis sans fin (ou spire de convoyage), qui transporte le matériel dans une goulotte.

La protection de la courroie de transmission est assurée par les méthodes décrites précédemment pour les courroies de transmission types (à partir de la page 51). La spire en tant que telle est généralement protégée par un couvercle de métal solide si aucun accès à la goulotte n'est requis pendant le fonctionnement. Lorsque du matériel est introduit dans la spire, comme le matériel se trouvant au rez de chaussée des dépôts de glace, des protecteurs comme un grillage ou des barres horizontales sont souvent utilisés. Les mesures de sécurité ci dessous doivent être prises en compte dans la conception du protecteur :

- les ouvertures du protecteur devraient être assez petites pour empêcher une main, un bras ou un pied d'atteindre la spire en marche (voir « *Protecteurs et enceintes de courroie de transmission : ouvertures maximales permises* », à la page 26);
- les protecteurs devraient être solidement boulonnés en place au moyen d'attaches qui ne peuvent s'enlever qu'à l'aide d'un outil. Les dispositifs d'attache rapide avec un loquet ne sont pas permis.

La Figure 4.5 montre le protecteur d'un point d'alimentation d'un vilebrequin à glace situé au rez de chaussée. Comme un travailleur est présent en tout temps pour surveiller le fonctionnement du convoyeur et s'assurer d'un flot constant de glace, le protecteur doit être conçu pour permettre le pelletage de glace dans le convoyeur, mais en empêchant toute partie du corps d'atteindre le vilebrequin en mouvement.

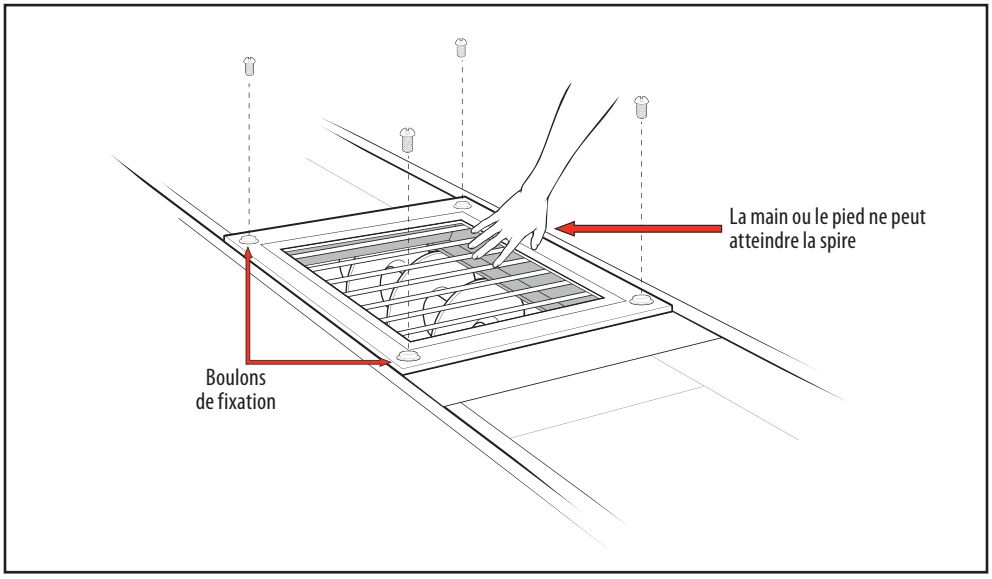


Figure 4.5. Convoyeur à glace avec un bon design fonctionnel.

Règles de sécurité pour les convoyeurs

1. Ne pas réparer de convoyeur tant que le sectionnement moteur n'est pas verrouillé.
2. Ne faire réparer un convoyeur que par du personnel d'entretien autorisé seulement.
3. Maintenir les vêtements ainsi que les doigts, les cheveux et les autres parties du corps éloignés du convoyeur.
4. Ne jamais grimper, marcher, s'asseoir ou monter sur un convoyeur.
5. Ne pas charger un convoyeur au-delà de ses capacités.
6. Ne pas enlever ou modifier des protecteurs de convoyeur ou des dispositifs de sécurité.

7. Savoir où se trouvent toutes les commandes marche-arrêt et connaître leurs fonctions.
8. Veiller à ce que toutes les commandes marche-arrêt ne soient pas obstruées.
9. Tout le personnel doit s'éloigner du convoyeur avant qu'il ne démarre.
10. Le fonctionnement du convoyeur doit être assuré par du personnel dûment formé seulement.
11. Veiller à ce que le secteur autour du convoyeur ne soit pas obstrué.
12. Rapporter toutes les pratiques non sécuritaires à son superviseur.

Les accidents à proximité des convoyeurs sont pour la plupart du temps dus :

- à des parties non protégées de la courroie de transmission;
- à des points de coincement non protégés;
- à des points de cisaillement non protégés;
- à des points de pincement non protégés;
- à des points de fuite non protégés;
- à des accès non clôturés à des zones sous des contrepoids;
- aux points où la tension est fixée;
- aux mécanismes de transfert;
- à l'absence d'un passage sûr sous le convoyeur.

Rouleaux d'alimentation

Protection des rouleaux d'alimentation en général

Les rouleaux d'alimentation sont présents dans toutes sortes d'industrie, comme l'industrie de la fabrication de produits du papier et l'industrie de la production de métal en feuille. Les rouleaux d'alimentation présentent un risque élevé de blessure grave en raison de leur grande vitesse de fonctionnement. Lorsqu'un travailleur se prend dans des rouleaux, les choses se gâtent rapidement et l'arrêt de la machine ne règle pas les choses.

En règle générale, il existe deux types de rouleaux :

- Ceux qui transportent du matériel dans une machine, mais dont l'accès par les travailleurs n'est pas requis. Ces rouleaux sont généralement protégés par une enceinte à l'intérieur de la machine.
- Ceux qui sont alimentés manuellement dans le cadre du processus de production. Ces rouleaux doivent être surveillés de plus près.

Critères relatifs à la conception des protecteurs de rouleaux alimentés à la main

La Figure 4.6 montre comment concevoir des protecteurs fixes pour empêcher les mains d'accéder aux points de coincement créés par les rouleaux d'alimentation. Prière de consulter la section intitulée « *Protecteurs de point de fonctionnement (d'alimentation) : ouvertures maximales* », à la page 27, pour connaître les distances sécuritaires se rapportant aux protecteurs et aux ouvertures de protecteur.

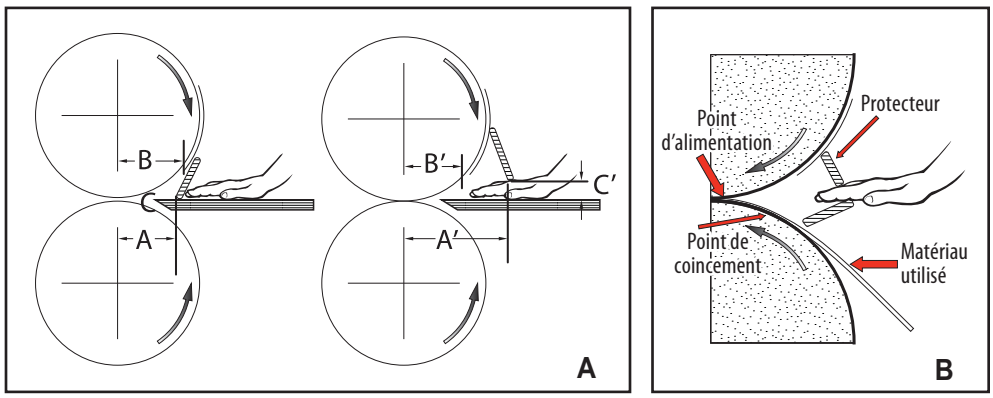


Figure 4.6. Protecteurs fixes de rouleaux d'alimentation. (A) Position du protecteur par rapport au point de coincement des rouleaux et à la table d'alimentation. L'ouverture C peut augmenter à C' lorsque la position du protecteur A par rapport au point de coincement passe à A', ce qui fait en sorte que la position du bout des doigts (B) se rapproche du point d'alimentation (B'). (B) Protecteur sans table d'alimentation.

Il existe aussi une règle pratique pour déterminer quelle est l'ouverture maximale sûre d'un protecteur se trouvant à moins de 305 mm (12 po) de la zone de danger :

> Ouverture maximale sûre = 6 mm (¼ po) +1/8 de la distance entre le protecteur et le point où les rouleaux se trouvent à 9 mm (3/8 po) l'un de l'autre (la zone de danger).

Une esquisse peut être nécessaire pour établir cette distance.

Exemple

Un protecteur est requis pour un opérateur qui place des revêtements en feuille dans des rouleaux d'alimentation ayant 152 mm (6 po) de diamètre se trouvant à 9 mm (3/8 po) l'un de l'autre. Le protecteur doit être placé à 102 mm (4 po) de la partie centrale entre les rouleaux pour pouvoir s'adapter au type de matériel entrant dans la machine.
Quelle serait l'ouverture permise sous le protecteur?

Solution

Les rouleaux d'alimentation convergent à 9 mm (3/8 po) l'un de l'autre. La distance entre la zone de danger (dans ce cas, la partie centrale entre les rouleaux) et le protecteur est donc de 102 mm (4 po). L'ouverture maximale permise se calcule ainsi comme suit :

Les propriétaires d'une presse à découper doivent consulter la norme CSA Z142, intitulée *Règles de sécurité et d'hygiène applicables aux presses à découper et à plier*, afin de déterminer comment la protéger comme il se doit.

6 mm (¼ po) + 1/8 de 102 mm (4 po) = 6 mm (¼ po) + 12 mm (½ po) = 18 mm (¾ po).

Machines travaillant le métal

Presses à découper

Types de presse à découper

La presse à découper est une machine utilisée pour percer des trous ou d'autres ouvertures sur de la tôle. L'outillage comporte deux parties : *un poinçon et une matrice*. Le poinçon est rattaché à un coulisseau, qui se déplace de haut en bas. La presse peut être mécanique, hydraulique ou pneumatique. Le poinçon perce le matériel pour atteindre la matrice. La presse à découper peut être petite et manuelle, consistant seulement en un poinçon et une matrice, ou encore de très grande dimension et à commande numérique par calculateur, avec des poinçons et des matrices dont la taille et la forme varient.

Les presses à découper qui sont fabriquées sont de formes et de tailles variées, allant des modèles pour table de travail d'une capacité de 2 tonnes à des modèles sur pied d'une capacité de 500 tonnes ou plus. Le **tonnage** des presses à découper se rapporte à la force totale exercée entre les **matrices**. Prenons un exemple très simplifié : une presse à découper d'une capacité de 100 tonnes, avec une surface de matrice de 25,4 cm (10 po) sur 25,4 cm (10 po) (645 cm2 [100 po carrés]), atteindra une force de 13 800 kilopascals (1 tonne par pouce carré).

Une presse qui doit faire une révolution complète avant que sa course ne soit stoppée est une presse **à embrayage à révolution complète**. Une presse munie d'un embrayage à friction et de commandes appropriées peut être stoppée en toute sécurité à n'importe quel moment de sa course. C'est ce qu'on appelle une presse **à embrayage à révolution partielle**. Cette différence est importante, car elle dicte quels sont les types de dispositifs de protection qui peuvent être utilisés.

Les presses peuvent aussi être classées en fonction de leur source d'énergie, qui peut être **mécanique** (moteur électrique et volant pour le transfert d'énergie au vilebrequin) ou **hydraulique**.

La Figure 4.7 montre quels sont les deux modèles de presses à découper d'usage général les plus courants.

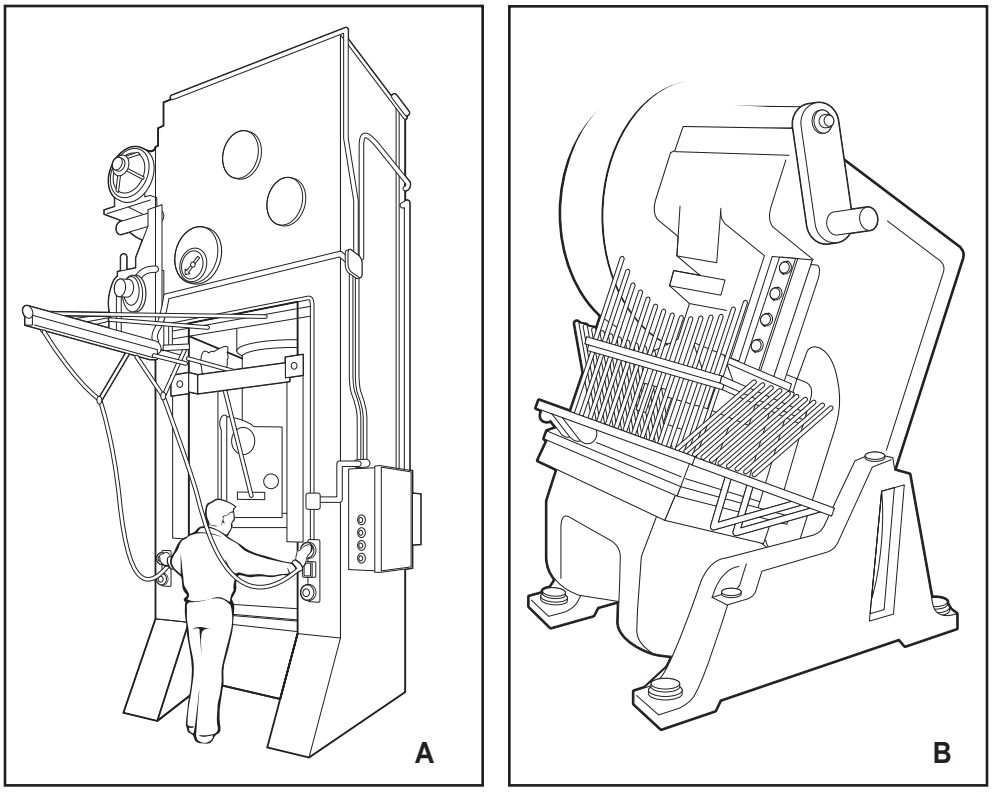


Figure 4.7. Modèles de presse à découper d'usage général les plus courants. (A) Presse à alimentation hydraulique à montants (sans volant) – la presse demeure en position verticale. (B) Presse à découper mécanique (à arrière ouvert) – la presse peut être basculée vers l'arrière pour permettre aux parties formées de sortir par l'arrière.

Formes de protection

Les problèmes de sécurité touchant les presses à découper concernent principalement :

- la protection du point de fonctionnement (point d'alimentation);
- la fiabilité des commandes (La machine peut-elle s'arrêter invariablement de façon sécuritaire et fiable lorsqu'un signal d'arrêt d'urgence est transmis?).

Comme une presse à découper peut servir à différentes fins (alimentation manuelle, découpage ou alimentation d'enroulement automatique, etc.), il existe plusieurs moyens efficaces de protéger le point de fonctionnement. La Figure 4.8 montre les différents choix offerts.

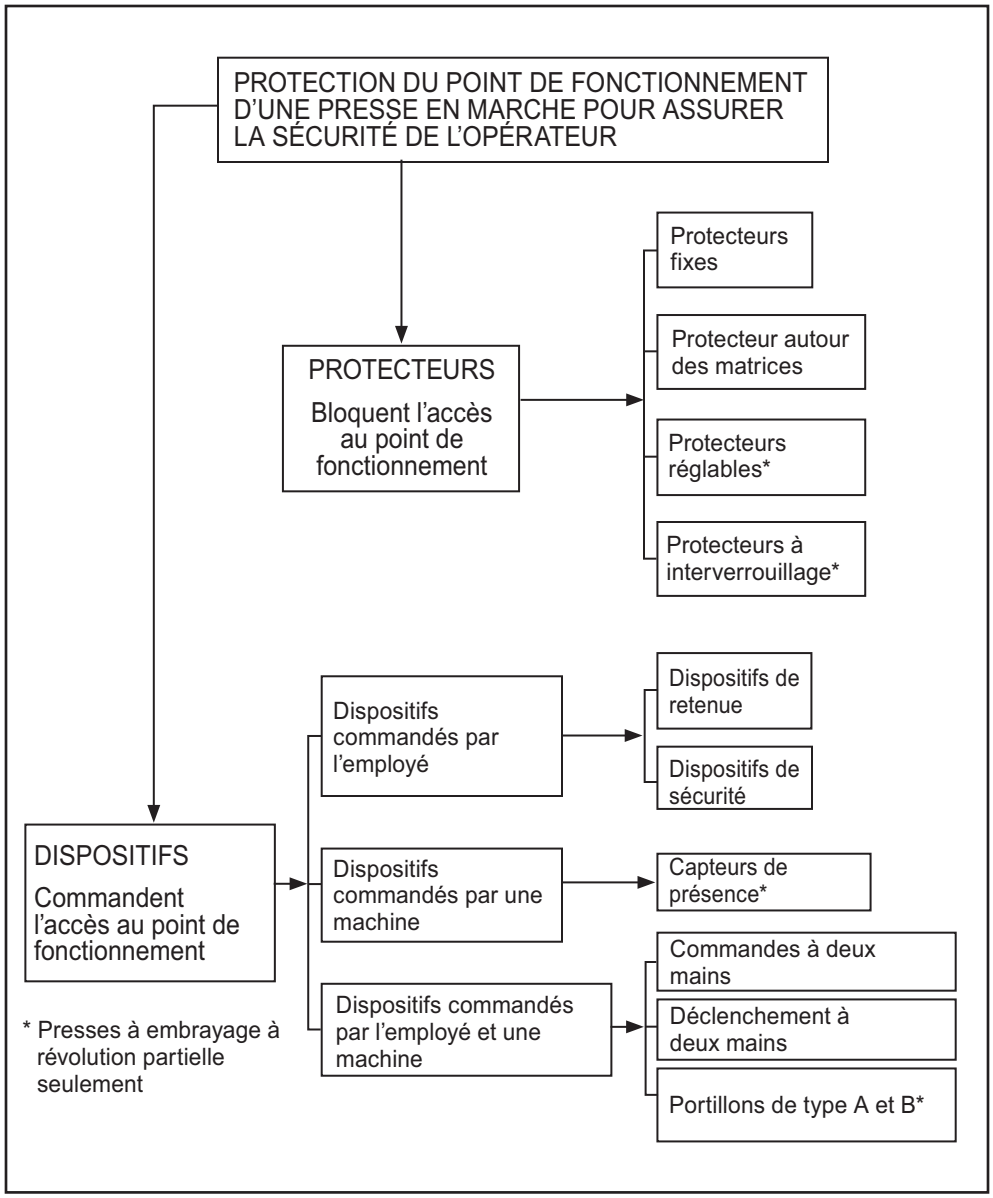

PROTECTION DU POINT DE FONCTIONNEMENT D'UNE PRESSE EN MARCHE POUR ASSURER LA SÉCURITÉ DE L'OPÉRATEUR
PROTECTEURS
Bloquent l'accès au point de fonctionnement
Protecteurs fixes
Protecteur autour des matrices
Protecteurs réglables*
Protecteurs à interverrouillage*
DISPOSITIFS
Commandent l'accès au point de fonctionnement
Dispositifs commandés par l'employé
Dispositifs de retenue
Dispositifs de sécurité
Dispositifs commandés par une machine
Capteurs de présence*
Dispositifs commandés par l'employé et une machine
Commandes à deux mains
Déclenchement à deux mains
Portillons de type A et B*
* Presses à embrayage à révolution partielle seulement

Figure 4.8. Types de protection pour les presses à découper et à plier.

Presses à plier

Types de presse à plier

Les presses à découper servent généralement à percer le métal, tandis que les presses à plier sont utilisées principalement pour plier la tôle. Les presses à plier sont habituellement classées en fonction de la longueur du bâti. Plus il est long, plus la pièce insérée dans les matrices peut être longue. Chaque cycle d'une presse à plier s'appelle une **course**.

Les presses à plier sont normalement alimentées à la main et commandées à l'aide d'une pédale, causant ainsi un risque d'amputation élevé. Les presses à plier ont un **embrayage à révolution partielle**. Par conséquent, si la pédale ou la commande électrique est relâchée, le coulisseau (la pièce qui retient la matrice supérieure et qui se déplace de haut en bas) s'arrête ou revient en haut de course.

Les presses à plier peuvent aussi être classées en fonction de leur source d'énergie :

- énergie mécanique (moteur électrique et volant pour le transfert d'énergie au vilebrequin);
- énergie hydraulique;
- énergie hydromécanique (actionnement mécanique avec asservissement hydraulique).

Les propriétaires d'une presse à plier doivent consulter la norme CSA Z142, intitulée *Règles de sécurité et d'hygiène applicables aux presses à découper et à plier*, afin de déterminer comment la protéger comme il se doit.

Formes de protection

Les problèmes de sécurité touchant les presses à plier concernent principalement :

- la protection du point de fonctionnement (point d'alimentation);
- la fiabilité des commandes (La machine peut-elle s'arrêter invariablement de façon sécuritaire et fiable lorsqu'un signal d'arrêt d'urgence est transmis?).

Les possibilités de protection du point de fonctionnement d'une presse à plier sont plutôt limitées. Cela est dû au fait que le profil de la pièce formée est complètement différent après le processus de pliage. Les feuillards qui entrent dans un espace étroit entre les matrices peuvent en ressortir sous une forme complexe. Par conséquent, le fonctionnement des presses à plier exige une ouverture assez grande entre les matrices, sauf dans le cas des pièces de petite dimension pouvant entrer dans une ouverture de 6 mm (¼ po) ou moins (avec ouverture minimale protégée) et être enlevées sans difficulté. D'autres dispositifs de protection sont requis aux extrémités de la presse.

En plus de la protection du point de fonctionnement, une **barrière d'avertissement**, habituellement une chaîne ou une corde avec la signalisation appropriée, devrait être installée à l'arrière de la presse à plier afin d'éviter que des personnes non qualifiées y accèdent.

La protection du point de fonctionnement se limite habituellement à trois choix :

- Des rideaux de lumière installés à chaque extrémité de la table de la presse et qui détectent l'entrée d'une main ou d'une partie du corps dans l'espace entre les matrices. Ces dispositifs peuvent

être programmés pour reconnaître les profils variés des parties de pièce et éteindre les faisceaux lumineux qui risquent de nuire au bon fonctionnement des rideaux de lumière. Ces dispositifs occasionnent le moins d'interférences au fonctionnement normal de la presse. Ils conviennent particulièrement bien aux presses à plier hydrauliques. S'ils sont rétroinstallés sur une presse à plier mécanique, des modifications devront être apportées au système de pliage et d'embrayage en place, et un tableau de commande fiable devra être installé.

- Commandes à deux mains et pédale. Ce type de dispositif utilise des formes de commande qui permettent à l'opérateur de rabaisser le coulisseau à 6 mm (¼ po) ou moins au moyen de commandes à deux mains, puis de passer aux commandes par la pédale. La pédale est inopérante pendant la partie initiale de la couse descendante. Cette méthode exige normalement que la partie de pièce soit soutenue pour assurer un fonctionnement productif.
- Dispositifs de retenue. Bien qu'ils ne soient pas couramment utilisés, on peut songer à les utiliser pour certaines opérations particulières de la presse à plier nécessitant peu de changements de matrice ou de partie de pièce.

Cisailles (tôle)

Le point de fonctionnement d'une cisaille à guillotine servant à former de la tôle doit être protégé conformément aux exigences de la norme ANSI B11.4, intitulée *American National Standard for Machine Tools – Shears – Safety Requirements for Construction, Care and Use*. Cette section résume les exigences de la norme relatives à la protection du point de fonctionnement. En cas de demande inhabituelle concernant une cisaille, vaut mieux consulter cette norme afin de savoir comment la protéger comme il se doit.

Les deux points de fonctionnement les plus importants d'une cisaille à guillotine sont :

- la lame à cisailler;
- les serre-tôle, qui maintiennent les pièces de fabrication en place pendant le cycle de cisaillage.

Le protecteur cache les dangers que posent la lame et les serre-tôles (Figure 4.9).

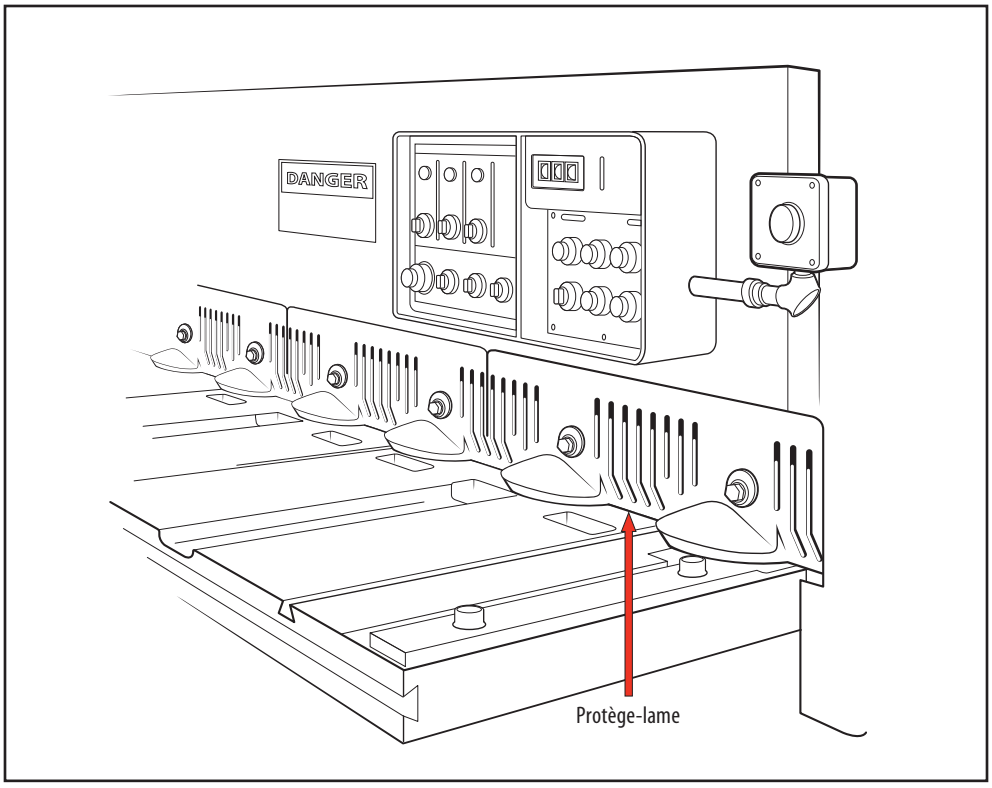


Figure 4.9. Cisaille à guillotine dont le point de fonctionnement est protégé.

Formes de protection

Trois types de dispositifs de protection sont utilisés pour protéger le point de fonctionnement des cisailles :

- un protecteur fixe avec des ouvertures assez larges pour permettre l'entrée des feuillards dans la cisaille, mais assez petites pour maintenir les doigts à l'extérieur;
- un protecteur fixe avec une barrière d'avertissement modifiée de façon à permettre l'entrée de tôles plus épaisses (plus de 12 mm [½ po]) dans la cisaille, mais qui avertit l'opérateur si ses doigts s'approchent de la zone de danger;
- des commandes à deux mains, un type de protection peu courant, mais qui sont utilisées pour certaines coupes à longueur spécialisées.

Outre la protection du point de fonctionnement, une barrière d'avertissement, habituellement une chaîne ou une corde avec la signalisation appropriée, devrait être installée à l'arrière de la cisaille afin d'éviter que des personnes non qualifiées y accèdent.

La norme ANSI B11.4, intitulée *American National Standard for machine Tools – Shears – Safety Requirements for Construction, Care and Use*, fournit les dimensions des ouvertures maximales permises des protecteurs et en dessous, ainsi que les distances minimales entre le protecteur et le point de fonctionnement le plus proche représentant un danger.

La norme ANSI B11.4, intitulée *American National Standard for Machine Tools – Shears – Safety Requirements for Construction, Care and use*, comprend un diagramme indiquant les emplacements des protecteurs fixes et mobiles ainsi que les dimensions des barrières d'avertissement pour les points de fonctionnement.

Critères de conception des protecteurs de cisaille d'une capacité maximale de 12 mm (½ po)

On désigne sous le nom de **tôle** les feuillards en métal ayant 3 mm d'épaisseur (½ po) ou moins. Les feuillards plus épais sont appelés des tôles épaisses. Les cisailles utilisées pour découper la tôle et la tôle épaisse allant jusqu'à 12 mm d'épaisseur (½ po) doivent être équipées d'un **protecteur fixe non réglable** qui empêche l'opérateur d'entrer en contact avec les serre-tôle et la lame.

Critères de conception des protecteurs de cisaille d'une capacité supérieure à 12 mm (½ po)

Lorsque l'épaisseur de la tôle dépasse 12 mm (½ po), il devient impossible de concevoir un protecteur qui permettra l'entrée du matériau dans la zone de coupe, mais pas l'entrée des doigts. Une **barrière d'avertissement modifiée** devient alors une solution de compromis qui avertit l'opérateur lorsque ses mains s'approchent de la zone de danger près des serre tôle et de la lame. Elle se compose de parties amovibles (habituellement des tuyaux en plastique très voyants de 102 mm [4 po]) montées sur la partie fixe la plus basse d'un protecteur et affichant un panneau de mise en garde (p. ex., « Ne pas mettre ses doigts ou ses mains de l'autre côté du protecteur ou de la barrière »).

Cisailles-poinçonneuses

Une cisaille-poinçonneuse est un outil utilisé pour poinçonner, cisailler, encocher et grignoter des pièces métalliques, dont la source d'énergie peut être **mécanique** (volant) ou **hydraulique**. Un **poste de travail** est associé à chaque fonction de la machine.

Le côté d'entrée d'un poste de travail d'une cisaille-poinçonneuse, notamment la structure de la cisaille, est généralement déjà protégé. L'accès au point de fonctionnement est limité par le **restricteur**, qui maintient la pièce de fabrication en place pendant les opérations de poinçonnage et de cisaillage. Cependant, des dispositions doivent être prises pour assurer la protection du côté caché de chaque poste de la machine afin d'empêcher toute personne autre que l'opérateur de se rendre accidentellement au point de fonctionnement. La protection est habituellement assurée par des protecteurs à fermeture automatique qui ne s'ouvrent que lorsque le matériau se trouve dans la zone de cisaillage. *Comme tous les postes de travail des cisailles poinçonneuses à embrayage mécanique fonctionnent en même temps, tout poste de travail non utilisé doit aussi être protégé.*

Le poste de poinçonnage d'une cisaille-poinçonneuse présente un risque de blessure pour l'opérateur et les travailleurs à proximité, qui risquent de

recevoir des éclats si un poinçon se brise. Le restricteur devrait toujours être bien réglé pendant les opérations de poinçonnage et des protecteurs devraient être installés pour contenir les fragments projetés en cas de bris de poinçon.

Rouleaux à profiler le métal alimentés à la main

Les aciéries utilisent de l'équipement pour profiler de la tôle ou de la tôle épaisse en cylindres. Ces machines à travailler le métal sont souvent appelées des « cintreuses pyramidales » ou des « dispositifs à rouleaux pinceurs » (Figure 4.10). Sauf que la protection de ces machines soulève un problème particulier, car le point de fonctionnement doit demeurer accessible pendant toute la durée du profilage. L'opérateur et son assistant s'exposent ainsi à un risque d'entrer en contact avec les rouleaux. La protection de ces machines consiste habituellement en un dispositif d'arrêt d'urgence sensible à la pression, comme un câble ou une barre d'éjection (voir « *Dispositifs d'arrêt d'urgence sensibles à la pression* » à la page 40), qui sera activé involontairement par l'opérateur ou son assistant s'il se prend dans les rouleaux.

Comme les rouleaux sont soumis à une pression de service très élevée, l'équipement s'arrête soudainement dès que le dispositif d'arrêt d'urgence est activé. Il est important que ce dispositif soit installé de manière à ce que l'opérateur et son assistant y aient accès.

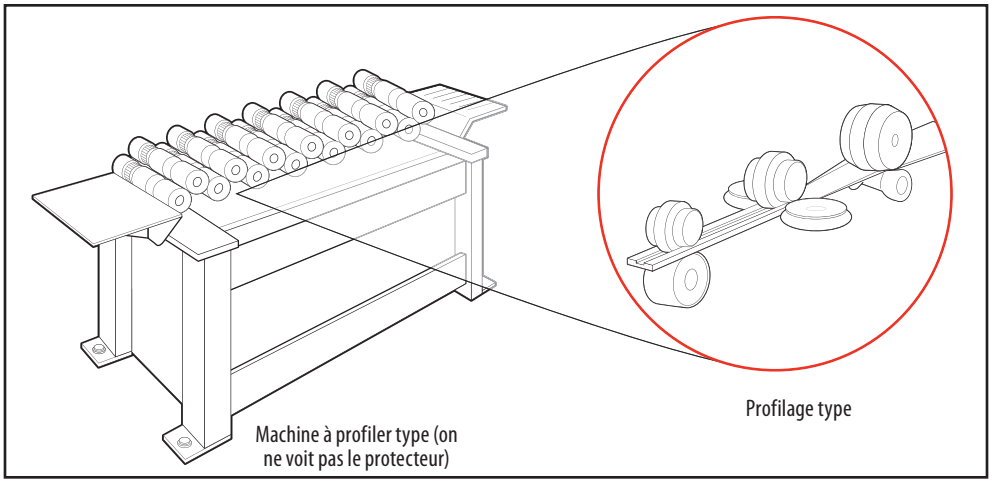


Figure 4.10. Rouleaux à profiler le métal types.

Autres machines à profiler le métal

Il existe un certain nombre de machines de production qui fabriquent des produits de métal formés comme des gouttières, des plaques de toiture ondulées, des armatures d'acier, etc. Il s'agit en général d'une série de

Le point de fonctionnement d'une cisaille-poinçonneuse doit être protégé conformément aux exigences de la norme ANSI B11.5, intitulée *American National Standard for Machine Tools – Iron Workers – Safety Requirements for Construction, Care and Use*. Cette section résume les exigences relatives à la protection du point de fonctionnement contenues dans la norme. Pour en savoir plus sur la façon de bien protéger une cisaille poinçonneuse, se rapporter à la norme.

Les meules et les meuleuses doivent être conformes aux exigences de la norme ANSI B7.1, intitulée *the Use, Care and Protection of Abrasive Wheels*. Cette section reprend les mesures de sécurité les plus importantes de la norme, mais mieux vaut avoir une connaissance approfondie de la norme, surtout dans le cas des employeurs et des travailleurs engagés dans du meulage présentant un risque élevé.

rouleaux entre lesquels on insère des bobines ou des feuilles de tôle déjà découpées. La protection de ces machines est habituellement assurée par des **protecteurs** qui recouvrent les rouleaux exposés et qui empêchent l'accès au point de fonctionnement. Dans certaines chaînes de production, des capteurs de présence comme des rideaux de lumière ou des tapis sensibles à la pression peuvent être utilisés, si les restrictions techniques associées à ces dispositifs peuvent être surmontées.

Meules

Les tourets à meuler sont utilisés pour modifier par abrasion la surface d'une pièce de fabrication pour en changer la forme. La meule comme telle est constituée d'abrasif aggloméré aux propriétés s'appliquant au matériau travaillé. Par exemple, une meule pour matériaux ferreux ne conviendra pas nécessairement au meulage de matériaux non ferreux. Il existe trois grands types de meuleuses : les meuleuses d'établi, les meuleuses sur socle et les meuleuses portatives.

Le plus grand risque associé à ces machines est la **fragmentation** de la meule. La quantité d'énergie déployée en cas de fragmentation varie selon la grosseur et la vitesse périphérique de la meule. L'objectif principal du dispositif de protection est donc de contenir les fragments de la meule en cas de fragmentation.

Il existe deux aspects importants où une formation et une protection adéquates permettront d'éviter des blessures et des pertes de vie :
- rangement et maniement appropriés des meules;
- protection adéquate des meuleuses stationnaires et mobiles.

Rangement et maniement appropriés des meules

Les meules (en particulier les meules à agglomérant vitrifié) s'endommagent facilement si on les cogne ou les échappe. Il est donc très important de les ranger et de les manier avec soin.
- Vérifier toutes les meules en les recevant et avant de les utiliser.
- Suivre les directives du fabricant se rapportant au rangement. Si les meules sont bien rangées, elles sont plus faciles d'accès, elles nécessitent moins de maniement et les risques d'erreur diminuent.
- Ranger les meules dans un endroit sec et à l'abri des dommages dus aux chocs, aux solvants, à l'humidité élevée et à la chaleur ou au froid extrême.
- Ranger les meuleuses portatives sur des crochets ou des étagères en forme de V. Protéger les étagères contre les dommages.
- Disposer les meules de manière à ce que l'on prenne les vieilles avant les neuves.

- Ne jamais faire rouler une meule, car celle ci risque d'absorber la graisse ou la poussière de la surface et de s'endommager.

Critères de conception des gardes protecteurs de meule

La Figure 4.11 indique quelles sont les expositions maximales des meules recouvertes en partie d'un garde protecteur d'une meuleuse d'établi et d'une meuleuse sur socle (90°), ainsi que d'une meuleuse portative (180°). Lorsqu'une meuleuse portative est utilisée pour le meulage des passes de fond d'un tuyau soudé, le garde protecteur doit recouvrir au moins 120° de la périphérie de la meule et l'opérateur doit porter une visière et des lunettes de sécurité.

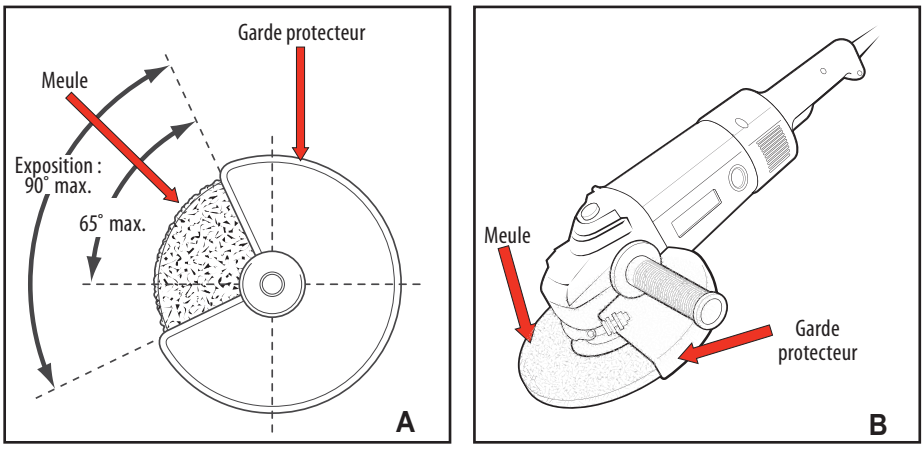


Figure 4.11. Expositions maximales à différents types de meules recouvertes en partie d'un garde protecteur.

Règles de sécurité se rapportant aux meuleuses d'établi et aux meuleuses sur socle

- Les meuleuses sur socle doivent être fixées solidement au sol. Les meuleuses d'établi doivent être fixées solidement à un établi.
- Toujours s'assurer que le nombre de tours / minute (T/M) de la meule indiqué est conforme à la vitesse de rotation de la meuleuse.
- Toujours se protéger les yeux (lunettes de sécurité ou visière à résistance déterminée).
- Ne jamais enlever les gardes protecteurs d'une meuleuse d'établi ou d'une meuleuse sur socle, car ils assurent une protection en cas de fragmentation de la meule, en plus d'éviter les blessures aux mains et aux doigts.
- Chaque machine doit être munie d'un galet de support. Le galet de support doit être solidement fixé près de la meule (distance maximale de 3 mm [8 po]). Il devrait être rajusté à mesure que la meule rapetisse à force d'usure et de dressage. Ne jamais rajuster un galet de support lorsque la meule fonctionne.

La norme CSA Z114-M1977, intitulée *Safety Code for the Woodworking Industry*, énonce les exigences relatives à l'installation, au fonctionnement et à l'entretien en toute sécurité des machines à travailler le bois.

.

La norme CSA Z432, intitulée *Protection des machines*, énonce les exigences relatives à la conception, à la fabrication, à l'installation, à l'entretien, au fonctionnement et à la protection de l'équipement industriel.

- Avant d'entreprendre le meulage, faire tourner la meule à sa vitesse de fonctionnement pendant au moins une minute. Ne pas se tenir juste en face d'une meule montée pour la première fois. Ne pas se servir d'une meule qui vibre.
- Commencer le meulage en procédant lentement et doucement. Éviter les chocs et les mouvements brusques.
- Déplacer la pièce de fabrication vers l'avant et l'arrière par rapport à la face de la meule, afin d'éviter que des « ornières » ou des creux ne se forment.
- Il peut arriver qu'une nouvelle meule soit craquée ou fêlée et qu'elle se brise dès qu'on l'utilise. Les nouvelles meules devraient être vérifiées visuellement et passer un « test de son » avant qu'elles ne soient montées. Pour ce faire, taper sur le côté de la meule à l'aide d'un petit outil. La meule devrait rendre un son clair. Un son sourd indique la présence d'un défaut.
- S'assurer que le trou dans la meule convient à la tige de la meuleuse.
- Lorsqu'une meule vient d'être montée, la tourner à la main afin d'en vérifier l'équilibrage avant de mettre la machine en marche.
- La meule risque de craquer ou de se fêler si les brides et les tampons de chaque côté de la meule ne sont pas fixés de la même façon avant que l'écrou de blocage ne soit serré. Éviter de trop serrer l'écrou de blocage pour ne pas exercer une trop grande pression sur la meule.
- Si les pores d'une meule deviennent bouchées, ou si la meule perd de son effet abrasif, forcer les choses entraînera une surchauffe et un bris de la meule. Utiliser un outil de dressage approprié.

Machines à travailler le bois

L'équipement et les machines utilisés pour travailler le bois sont dangereux si on les utilise mal ou sans les munir de dispositifs de protection appropriés. Les blessures les plus courantes sont les lacérations, les amputations des doigts et des mains et la perte de la vue. Outre les blessures traumatiques, les travailleurs de cette industrie peuvent souffrir de maladies de la peau et de troubles respiratoires dus à l'exposition à la poussière de bois et aux produits chimiques utilisés dans les travaux de finition.

Cette section décrit les principaux dangers associés aux machines à travailler le bois ainsi que certaines méthodes pour contenir ces dangers à l'aide de dispositifs de protection. *Elle ne remplace d'aucune façon une connaissance approfondie du Règlement sur la sécurité et la santé au travail (RM217/2006).* La section ne porte cependant pas sur les machines utilisées pour la production de bois d'œuvre et d'autres produits de base dans les scieries et les usines de production de deuxième transformation du bois.

Risques d'accident et dangers pour la santé

Les principaux risques professionnels associés au travail du bois sont les suivants :

Risques d'accident

- Dangers que présente une machine (point de fonctionnement, courroie de transmission)
- Effets de rebond
- Copeaux et matériel projetés dans l'air
- Projectiles (dus à un porte-outils en déséquilibre)
- Incendie et explosion
- Problème électrique

Dangers pour la santé

- Produits chimiques (sensibilisation due à l'exposition aux finis, revêtements, liants et solvants)
- Poussières de bois (certaines sont cancérogènes)
- Bruit
- Vibration

Dangers au point de fonctionnement

Le point de fonctionnement d'une machine à travailler le bois est l'endroit où le matériau est coupé, façonné, percé ou formé. La plupart des machines à travailler le bois sont munies d'un dispositif de coupe ou de cisaillage. Voici quelques exemples de situations pouvant causer des blessures au point de fonctionnement :

- Les mains sont trop proches de la lame, en particulier lorsque les pièces du matériau travaillé sont petites. Des accidents se produisent lorsque le matériau bouge subitement ou qu'une main du travailleur glisse.
- La pièce de fabrication est mal supportée, une pratique de travail non sécuritaire courante lorsqu'on utilise une scie circulaire à table. Le travailleur adopte alors une mauvaise position, ses mains se retrouvant souvent au dessus ou derrière la lame. Si une perte de contrôle ou d'équilibre survient, les mains entrent en contact avec la lame.
- Le matériau se bloque dans la lame et entraîne les mains de l'opérateur dans la machine.
- Les gants de l'opérateur se prennent dans la lame et ses mains sont entraînées dans la machine.
- Le dispositif de protection de la machine n'est pas bien monté et maintenu en place. Par exemple, une lame de scie radiale qui dépasse de la table de coupe peut accrocher les vêtements du travailleur et

l'entraîner vers la lame en pleine action.
- Les commandes de la machine ne sont pas bien placées ou protégées contre une mise sous tension par inadvertance.
- Un travailleur s'approche de la lame pour nettoyer la scie ou enlever un morceau de bois après avoir fermé la machine, sauf que la lame est encore en train de tourner ou de marcher au ralenti. (Les lames de scie tournent tellement vite qu'il est parfois difficile de voir qu'elles tournent, notamment sous un éclairage fluorescent.)
- Un accident peut se produire pendant les réparations et l'entretien si la machine démarre soudainement parce que les procédures de verrouillage n'ont pas été respectées.

Effet de rebond

On parle d'effet de rebond lorsque la scie saisit le matériau et qu'elle le projette vers l'arrière en direction du travailleur. Cela peut se produire lorsque le matériau se replie et s'accroche sur le côté de la lame ou lorsqu'il se prend dans les dents de la lame, ce qui arrive souvent lorsque la lame est émoussée ou placée à une hauteur incorrecte. Le risque d'effet de rebond augmente si le bois est de mauvaise qualité (fendu, gelé, avec des nœuds ou des corps étrangers).

L'effet de rebond est plus probable lorsqu'il n'y a pas de dispositifs de protection comme des extenseurs, des dispositifs antirecul et une jauge ou un guide longitudinal. Les effets de rebond se produisent plus souvent en **direction de coupe longitudinale** (ou sciage en long dans le sens du fil du bois) qu'en direction de coupe transversale (tronçonnage).

Couteaux projetés

Bon nombre de pièces d'équipement à travailler le bois, comme les défonceuses, les façonneuses et les moulurières, sont munies de porte-outils rotatifs à couteaux multiples. Les porte-outils mal ajustés, mal montés ou dont des couteaux sont brisés peuvent finir par être en déséquilibre. Un bon équilibre est essentiel pour maintenir les couteaux solidement fixés à un porte-outils qui bouge rapidement. La force centrifuge exercée sur un porte-outils en déséquilibre risque de projeter des couteaux hors du porte-outils et blesser gravement ou tuer l'opérateur de la machine ou d'autres personnes à proximité.

L'installation d'un mauvais outil sur un porte-outils ou l'utilisation d'un outil à une vitesse supérieure à ce pour quoi il a été conçu risque de briser l'outil et d'en faire un projectile fatal.

Mesures préventives

Ce qui suit est un résumé des mesures préventives à adopter pour contenir les risques professionnels dans les ateliers de menuiserie. Lire aussi « *Hiérarchie des mesures de contrôle* » à la page 18.

Mesures d'ingénierie (protecteurs)

Il s'agit de modifications matérielles apportées à la machine ou au milieu de travail afin d'éviter que des employés ne soient exposés à des dangers potentiels. On peut, par exemple, installer un protecteur sur la machine, ou encore se servir du dispositif de ventilation aspirante locale pour enlever la poussière et les autres contaminants à la source. Les mesures d'ingénierie doivent toujours primer.

La protection du point de fonctionnement d'une machine à travailler le bois alimentée à la main n'est pas évidente. La question qui se pose est la suivante : Comment faire en sorte que le protecteur permette au matériau d'atteindre la lame ou la cisaille, mais pas les doigts? *La meilleure solution de compromis est un protecteur à fermeture automatique efficace qui empêche l'opérateur d'entrer en contact avec la partie inutilisée de la lame ou de l'outil de coupe.* Les enquêtes démontrent que dans la plupart des incidents, le travailleur est entré en contact avec l'outil de coupe d'une manière non conforme à la pratique habituelle en matière d'alimentation.

Mesures administratives (pratiques de travail sécuritaires)

Ces mesures comprennent le retrait des travailleurs de la source de danger en changeant la façon dont ils font leur travail. Par exemple, des barres directrices peuvent être utilisées pour diriger les pièces de fabrication courtes et étroites à travers les scies et les outils de coupe. Les procédures de verrouillage sont un autre exemple de mesure administrative. Les mesures administratives comprennent toujours une formation et une surveillance.

Équipement de protection individuelle

L'équipement de protection individuelle comprend un large éventail de dispositifs et de vêtements conçus pour protéger un travailleur contre les blessures et les maladies. En font partie notamment les respirateurs, les lunettes de protection, les visières de protection, les chaussures de sécurité et les protecteurs d'oreilles. Les travailleurs **doivent éviter de porter des vêtements amples, des gants ou les cheveux longs non attachés**, car ils risquent de se prendre dans les parties en mouvement d'une machine.

Dispositifs de protection habituels des machines à travailler le bois

On trouvera ci dessous les mesures techniques de protection et les pratiques de travail sécuritaires se rapportant à plusieurs machines couramment utilisées dans l'industrie du bois. L'équipement de protection individuelle n'est pas abordé comme tel, car son utilisation vaut pour toutes les machines industrielles. Les pratiques de travail s'appliquant à tout l'équipement à travailler le bois (comme l'utilisation d'une brosse pour nettoyer les scies) ne sont pas mentionnées non plus.

Utilisation et fonctionnement

Les scies circulaires à table sont utilisées pour les coupes droites. Tout dépendant de la lame, elles peuvent couper le fil du bois en travers (tronçonnage) ou dans le sens du fil (sciage en long). L'opérateur d'une scie circulaire à table règle la hauteur et l'angle de la lame, puis pousse le matériau vers la lame en le tenant. Un guide lame ou guide de scie est utilisé pour maintenir une coupe droite à la largeur désirée. Les scies circulaires à table à alimentation automatique viennent avec des rouleaux d'alimentation ou un convoyeur pour soutenir le bois et le diriger vers la lame de la scie.

Scie circulaire à table

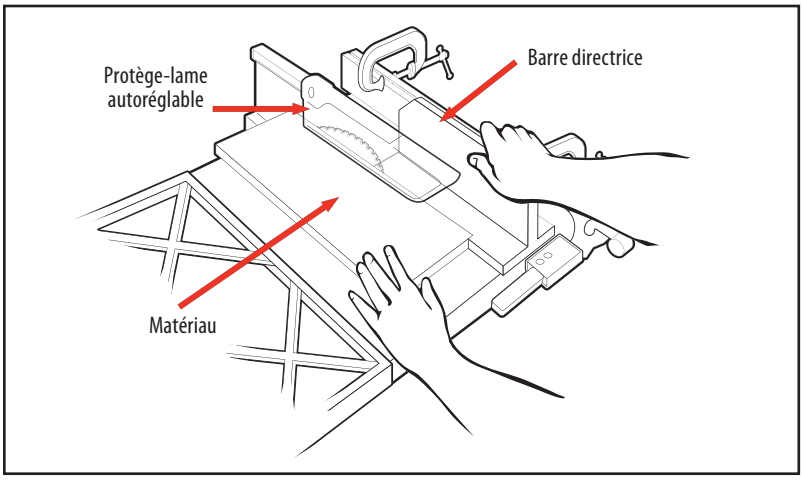


Figure 4.12. Scie circulaire à table type.

Causes d'accident

Les mains de l'opérateur peuvent glisser lorsqu'il pousse le matériau en direction de la scie ou elles peuvent se retrouver trop proches de la lame. Les travailleurs peuvent aussi se blesser en enlevant les rebuts ou les produits finis de la table.

L'effet de rebond est une autre cause majeure de blessure. Il est plus susceptible de se produire pendant le sciage en long que pendant le tronçonnage. Un effet de rebond est possible si :

- aucun protecteur n'est utilisé;
- le bois à couper est de piètre qualité;
- la lame n'est pas à la bonne hauteur;
- la lame n'est pas bien entretenue.

Les autres sources de blessures sont les courroies de transmission non protégées (courroies et poulies) et les points de coincement des dispositifs d'alimentation. Les vêtements, les cheveux ou les mains risquent de se prendre et d'être entraînés vers les rouleaux d'alimentation en marche.

Mesures d'ingénierie recommandées

- Sciage en long et tronçonnage – Recouvrir la partie de la scie au dessus de la table d'un protecteur autoréglable comme à la Figure 4.12. Le protecteur doit être ajusté en fonction de l'épaisseur du matériau à couper et être maintenu en contact avec lui. Le protecteur devrait être articulé pour qu'il soit facile de l'éloigner au moment de changer la scie.
- Scies à refendre – Utiliser un extenseur afin d'éviter que le matériau ne serre trop la scie ou ne rebondisse pendant le sciage en long. Utiliser des dispositifs antirecul pour que le matériau soit maintenu en place en cas d'effet de rebond.
- Protéger toutes les courroies de transmission et tous les points de coincement par attraction.
- Toujours s'assurer que la partie de la scie sous la table est protégée contre un contact par inadvertance.
- L'opérateur doit avoir accès facilement aux commandes (marche-arrêt).

Règles de sécurité recommandées

- Garder les mains à l'extérieur de la ligne de coupe.
- Utiliser la lame qui convient au découpage (p. ex., ne pas utiliser une lame à tronçonner pour le sciage en long).
- Seuls des opérateurs dûment formés et compétents sont autorisés à utiliser l'équipement.
- S'assurer que des procédés sécuritaires au travail sont en place, bien compris et suivis par les opérateurs.
- Maintenir la lame acérée et en bonne condition.
- Se tenir d'un côté de la lame de scie afin d'éviter les blessures dues à un effet de rebond éventuel.
- Utiliser un poussoir pour pousser les petits morceaux de bois et pousser le matériau de l'autre côté de la lame.
- Utiliser des gabarits pour soutenir les parties de pièces et éviter ainsi d'exercer trop de pression manuelle sur la pièce de fabrication.
- Ne pas essayer de tronçonner des planches longues sur une scie circulaire à table.

Scie radiale

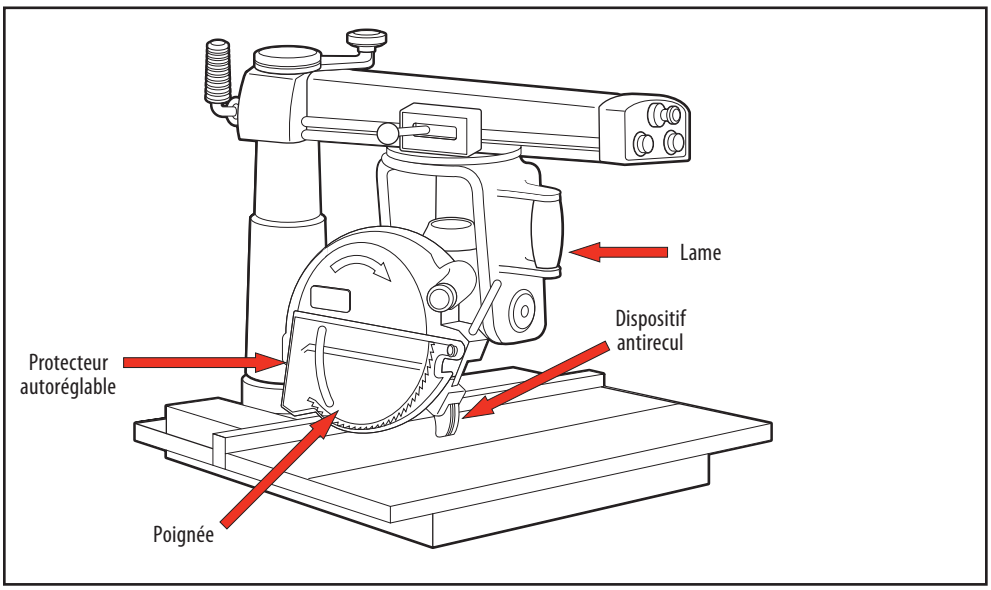


Figure 4.13. Scie radiale type.

Utilisation et fonctionnement

Les scies radiales sont des scies circulaires dont la rotation se dirige vers le bas et qui peuvent couper le fil du bois en travers (tronçonnage) ou dans le sens du fil (sciage en long). Pour le tronçonnage, le bois est placé contre un guide de scie éloigné de l'opérateur et la lame est amenée à l'intérieur du matériau. Pour le sciage en long, la lame est parallèle au guide et le matériau est poussé vers la lame.

Les scies radiales ont des caractéristiques qui les rendent plus versatiles que les scies circulaires à table. La poignée de la scie peut s'élever, s'abaisser et bouger vers les côtés pour régler la profondeur et l'angle horizontal de la coupe. La lame peut être remplacée par des outils de façonnage, des ponceuses à disque ou à tambour ou d'autres accessoires.

Les scies radiales sont le choix qui s'impose pour le tronçonnage lorsqu'il n'y a pas d'autres scies de libres.

Causes d'accident

Les principaux types de blessures causées par les scies radiales sont les coupures aux bras et aux mains ou l'amputation des doigts après être entré en contact avec la lame ou des copeaux de bois projetés. Un effet de rebond est toujours possible et les travailleurs à proximité peuvent être blessés grièvement si le matériau alimenté dans la mauvaise direction (surtout pendant le sciage en long) est projeté à l'extérieur de la scie.

Des blessures peuvent aussi se produire lorsque le profil de la lame dépasse le devant de la table de coupe, car les vêtements ou le corps de l'opérateur peuvent s'accrocher à la lame de la scie.

Mesures d'ingénierie recommandées

- Recouvrir la partie supérieure de la scie (de la lame jusqu'à l'extrémité de l'arbre de la scie) d'un protecteur fixe. Protéger la partie inférieure d'un protecteur autoréglable mobile qui se soulève et s'abaisse avec le matériau.
- S'assurer que la scie est munie d'un dispositif de retour. La partie avant de l'unité devrait être légèrement plus élevée que l'arrière, pour que la tête de coupe puisse reprendre sa position originale une fois relâchée par l'opérateur. Cela empêchera aussi la tête de coupe de rouler ou de se déplacer en raison de la gravité ou des vibrations.
- Régler le contact de fin de course afin d'éviter que la lame ne soit en saillie par rapport à la table de coupe.
- L'opérateur doit pouvoir accéder facilement aux commandes de fonctionnement.
- Échappement – c. à d. : dispositif d'extraction de la sciure.
- Guide de scie – bonne hauteur, tient bien le matériau.

Règles de sécurité recommandées

- Pendant le tronçonnage, manœuvrer la scie du côté de la table où se trouve la poignée.
- Pendant le sciage en long, s'assurer que le matériau est alimenté dans la bonne direction afin d'éviter les effets de rebond grave.
- Indiquer clairement la direction de la rotation de la scie sur le garde protecteur.
- Mesurer les planches à l'aide d'un butoir d'extrémité. Si la mesure est effectuée à l'aide d'une règle, mettre la scie hors tension.
- Attendre que la lame s'arrête avant de prendre des mesures.
- Avant d'effectuer un sciage angulaire, vérifier la direction de la lame de la scie (p. ex., coupes à 45°).
- Laver le dessus de la table à niveau.
- Seuls des opérateurs et des travailleurs dûment formés et compétents sont autorisés à utiliser l'équipement.
- S'assurer que des procédés sécuritaires au travail sont en place, bien compris et suivis par les opérateurs.

Scie à ruban

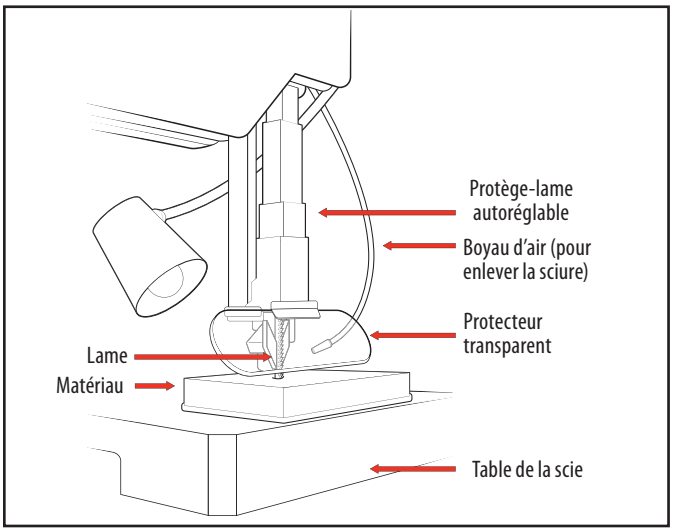


Figure 4.14. Scie à ruban type.

Utilisation et fonctionnement

Les scies à ruban sont utilisées à la fois pour les coupes droites et les coupes de pièces recourbées. Ces scies sont formées d'une lame d'acier mince, flexible et sans fin dentée sur un côté. La lame est actionnée à l'aide de deux poulies, soit une poulie motrice et une poulie tendeur, et passe dans une fente sur la table de travail où le matériau est placé. L'opérateur assure l'alimentation à la main et déplace le matériau contre la lame pour scier en suivant une ligne prédéterminée.

Causes d'accident

La cause de blessure la plus courante est l'entrée en contact avec la lame. Au point de fonctionnement, l'entrée en contact peut se faire de deux façons :

- Les mains de l'opérateur peuvent s'approcher trop près de la lame pendant la coupe. Une scie à ruban ne peut être complètement protégée, car la partie de la lame utilisée pour la coupe est toujours exposée.

- L'opérateur peut entrer en contact avec la partie non utilisée de la lame si elle n'est pas protégée (p. ex., en enlevant un morceau coupé).

Mesures d'ingénierie recommandées

- Protéger la lame au complet à l'exception du point de fonctionnement (partie de la lame effectuant la coupe entre le bas des rouleaux de guidage et la table).
- Utiliser un protecteur autoréglable pour la partie de la lame entre le

guide coulissant et la partie supérieure de la scie de façon à ce qu'il puisse se lever et s'abaisser en même temps que le guide.
- Régler correctement la colonne du protège-lame en fonction de l'épaisseur du matériau pour assurer une protection supplémentaire.
- Recouvrir entièrement les volants.
- Protéger les rouleaux d'alimentation s'ils sont utilisés pour alimenter la scie.
- Songer à installer un système de freinage sur un des volants ou les deux afin de réduire au minimum les possibilités de marche en roue libre une fois que l'on a coupé l'alimentation de la scie. Sinon, ne pas enlever de matériau tant que la lame ne s'est pas arrêtée.
- S'assurer que la scie est munie d'un dispositif de tension de lame.

Règles de sécurité recommandées

- Utiliser la bonne grandeur et le bon type de lame. Par exemple, ne pas utiliser de lame large pour couper dans un court rayon.
- Régler le protecteur pour qu'il ne laisse passer que le matériau à couper.
- Ne jamais arrêter la scie trop vite ou pousser un morceau de bois contre le tranchant de la lame après avoir coupé l'alimentation de la machine.
- Inspecter les lames de temps à autre. Enlever les lames craquelées ou défectueuses immédiatement.
- Ne procéder à des coupes que si la scie est sous tension et non pendant la marche en roue libre.
- Utiliser un poussoir pour contrôler l'avance du matériau qui sort de la lame.
- Couper les petites pièces à l'aide d'un gabarit ou d'un dispositif spécial.
- Seuls des opérateurs et des travailleurs dûment formés et compétents sont autorisés à utiliser l'équipement.
- S'assurer que des procédés sécuritaires au travail sont en place, bien compris et suivis par les opérateurs.

Dégauchisseuse

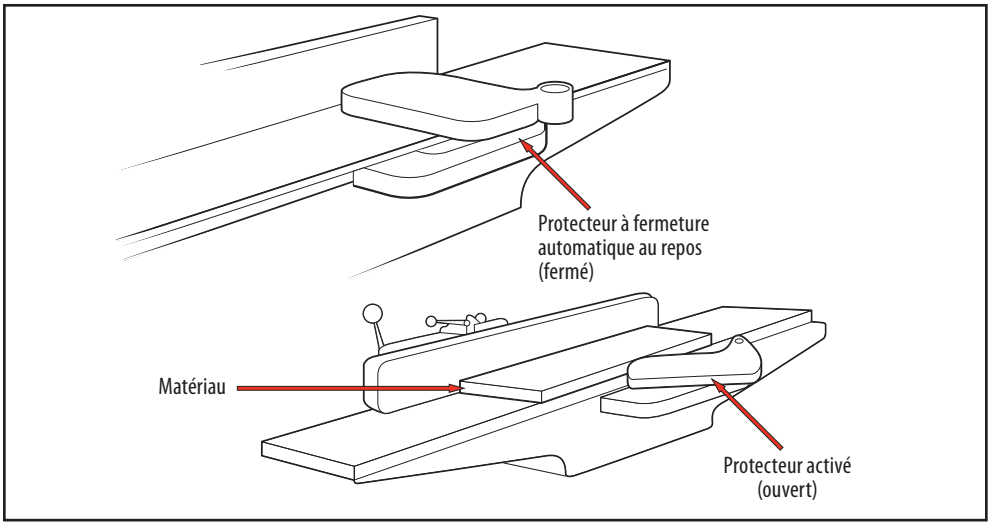


Figure 4.15. Dégauchisseuse type.

Utilisation et fonctionnement

Les dégauchisseuses aplanissent le bois ou le rendent droit et sont surtout utilisées pour dégauchir des petites pièces. L'opérateur introduit le matériau sur un porte-outils cylindrique à plusieurs couteaux tout en maintenant le matériau contre un guide. La profondeur de la coupe est déterminée par un réglage de la table d'entrée.

Il existe deux types de dégauchisseuse :

- les dégauchisseuses alimentées à la main à tête de coupe horizontale (Figure 4.15);
- les dégauchisseuses verticales.

Causes d'accident

Les dégauchisseuses alimentées à la main sont des machines à travailler le bois dangereuses. Des blessures peuvent survenir si les mains et les doigts de l'opérateur entrent en contact avec les couteaux. Cela peut se produire lorsque l'opérateur dégauchit des morceaux longs et étroits, surtout si un gabarit ou un autre dispositif de retenue n'est pas utilisé. Des blessures sont aussi possibles lorsque l'opérateur laisse ses doigts le long de la surface de la dégauchisseuse derrière le matériau qu'il introduit. Il arrive parfois que le matériau soit projeté vers l'extérieur accidentellement, exposant du même coup les mains de l'opérateur au porte-outils.

Mesures d'ingénierie recommandées

Dégauchisseuses **horizontales** alimentées à la main :

- Recouvrir le porte-outils d'un protecteur à ressort ou à fermeture automatique qui n'expose le porte-outils que lorsque le matériau est

introduit. Le protecteur doit s'ajuster automatiquement pour couvrir la portion inutilisée du porte-outils et doit demeurer en contact avec le matériel en tout temps.
- Régler le porte-outils cylindrique de façon à ce que le couteau ne s'avance pas à plus de 3 mm (8 po) du corps cylindré du porte-outils.
- Ajuster le porte-outils de façon à ce que l'écart entre le tracé projeté du couteau et la table de sortie ne dépasse pas 3 mm (8 po).
- Réduire le plus possible l'écart entre la table et le porte-outils.
- Seuls des opérateurs et des travailleurs dûment formés et compétents sont autorisés à utiliser l'équipement.
- S'assurer que des procédés sécuritaires au travail sont en place, bien compris et suivis par les opérateurs.

Dégauchisseuses **verticales** :
- Recouvrir complètement le porte-outils, à l'exception de la fente où le matériau à dégauchir sera introduit. Ce protecteur peut faire partie du système d'échappement local.

Règles de sécurité recommandées
- Utiliser un bloc poussoir de retenue pour dégauchir le bois.
- Éviter de couper profondément, car cela augmente le risque d'effets de rebond, tout en nécessitant une plus grande ouverture de table.
- En règle générale, éviter de dégauchir de petites pièces. Ne jamais dégauchir des pièces dont la dimension est inférieure à quatre fois la largeur de l'ouverture de la table.
- Vérifier les couteaux ponctuellement pour vérifier s'ils sont bien placés et réglés, mais seulement si la machine n'est pas sous tension.
- Seuls des opérateurs et des travailleurs dûment formés et compétents sont autorisés à utiliser l'équipement.
- S'assurer que des procédés sécuritaires au travail sont en place, bien compris et suivis par les opérateurs.

CSA Z114-M (3.3.6)

Protection des façonneuses – Les têtes de coupe des façonneuses à bois, des dresseuses et d'autres machines similaires qui ne sont pas alimentées automatiquement doivent être recouvertes ou protégées afin d'éviter que les mains de l'opérateur n'entrent en contact avec le tranchant d'outil.

Façonneuse

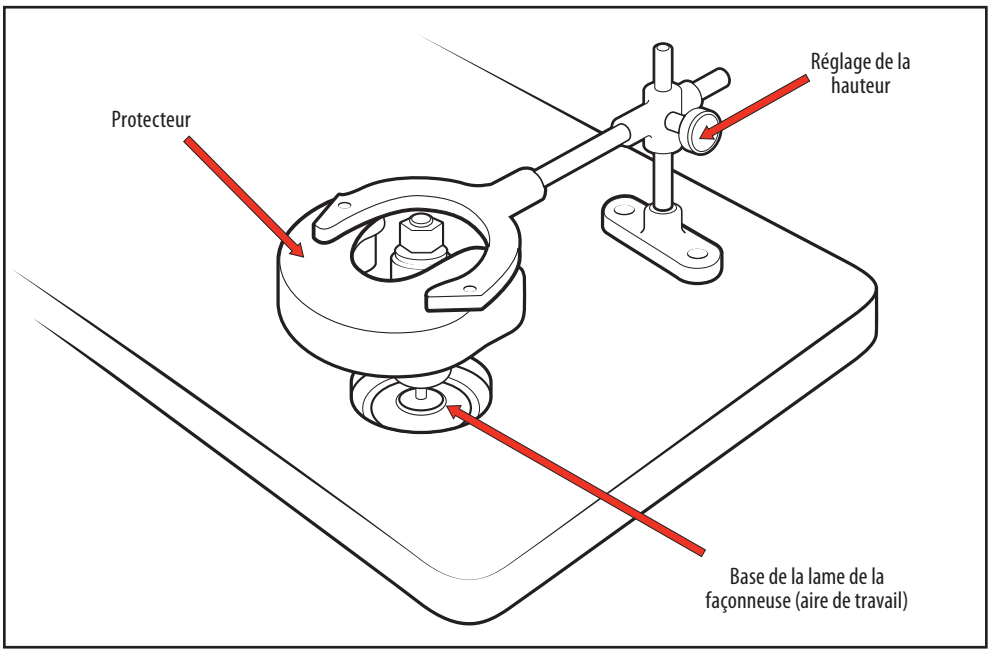


Figure 4.16. Façonneuse type.

Utilisation et fonctionnement

Les façonneuses sont la plupart du temps utilisées pour façonner les côtés du matériau. L'opérateur peut introduire le matériau à partir de n'importe quelle direction vers une tête coupante rotative verticale montée sur une tige tournant à grande vitesse. Certaines machines possèdent des tiges multiples. Les pièces courbes sont façonnées en étant maintenues par des doigts de guidage, tandis que les pièces façonnées en ligne droite sont retenues par des guides.

Causes d'accident

Des blessures se produisent lorsque les mains ou les doigts de l'opérateur entrent en contact avec les couteaux rotatifs. Les travailleurs peuvent aussi être blessés gravement ou même être tués par des couteaux projetés parce que le porte-outils était en déséquilibre. Il est difficile de protéger une façonneuse, mais il existe un certain nombre de protecteurs pour assurer la protection des mains de l'opérateur.

Mesures d'ingénierie recommandées

Façonneuses horizontales alimentées à la main :

- La Figure 4.16 montre une tige entourée d'un protecteur ou cage réglable. Pour le façonnage en ligne droite, le cadre du guide devrait inclure le protecteur. Le guide devrait laisser la plus petite ouverture possible pour les couteaux et devrait se prolonger à au moins 457 mm

(18 po) de chaque côté de la tige. Des guides clivés réglables s'avèrent utiles en matière de protection lorsqu'un côté en entier du matériau doit être façonné.
- Protéger les rouleaux d'alimentation automatisés s'il y en a.
- S'assurer que les toupies doubles sont munies d'un dispositif de marche / arrêt pour chaque tige.
- Utiliser un collet de sécurité pour réduire au minimum les risques associés aux couteaux projetés.

Règles de sécurité recommandées

- Veiller à l'entretien des couteaux. Il faut s'assurer qu'ils sont rectifiés avec précision pour que la pression soit uniforme, qu'ils ne sont pas en déséquilibre et qu'ils conviennent.
- Former les opérateurs pour qu'ils soient en mesure de déceler un « claquement » qui pourrait être un signe de déséquilibre des couteaux. Pour démarrer la machine, les opérateurs devraient effectuer une série de marche-arrêt rapides de manière à ce que la tige atteigne lentement sa vitesse de fonctionnement.
- Maintenir une distance entre les mains de l'opérateur et le point de fonctionnement à l'aide de modèles, de gabarits et de montages. Des peignes pourraient être attachés au guide de scie pour assurer un façonnage en ligne droite.
- Dans la mesure du possible, couper dans la direction opposée à la rotation de la tige.
- Seuls des opérateurs et des travailleurs dûment formés et compétents sont autorisés à utiliser l'équipement.
- S'assurer que des procédés sécuritaires au travail sont en place, bien compris et suivis par les opérateurs.

Robots industriels et systèmes robotiques

L'utilisation de robots et de systèmes robotiques dans l'industrie de la fabrication est devenue pratique courante dans des secteurs comme l'industrie automobile, et leur utilisation dans les petites fabriques et dans des domaines spécialisés ne cesse de croître. Une entrée non autorisée dans le champ d'intervention d'un robot expose le travailleur à un risque de lésions par impact ou d'écrasement dû à un mouvement du robot non prévu.

La protection des robots nécessite l'emploi **d'un ensemble de dispositifs** composés en général de protecteurs fixes, de protecteurs à interverrouillage et de capteurs de présence comme des tapis sensibles à la pression et des rideaux de lumière. La Figure 4.17 montre un ensemble de

Le *Règlement sur la sécurité et la santé au travail* (RM217/2006) stipule que tous les robots et les systèmes robotiques doivent être protégés conformément aux exigences de la norme CSA Z434, intitulée *Robots industriels et systèmes robotiques : Exigences générales de sécurité*. Si des robots ou des systèmes robotiques sont requis pour assurer le fonctionnement, on doit consulter cette norme afin de déterminer comment les protéger comme il se doit.

Les renseignements fournis dans cette section sont de nature générale. La protection des robots et des systèmes robotiques devrait être assurée par du personnel qualifié et expérimenté possédant une connaissance approfondie de la norme applicable.

dispositifs de protection d'une cellule de production robotisée.

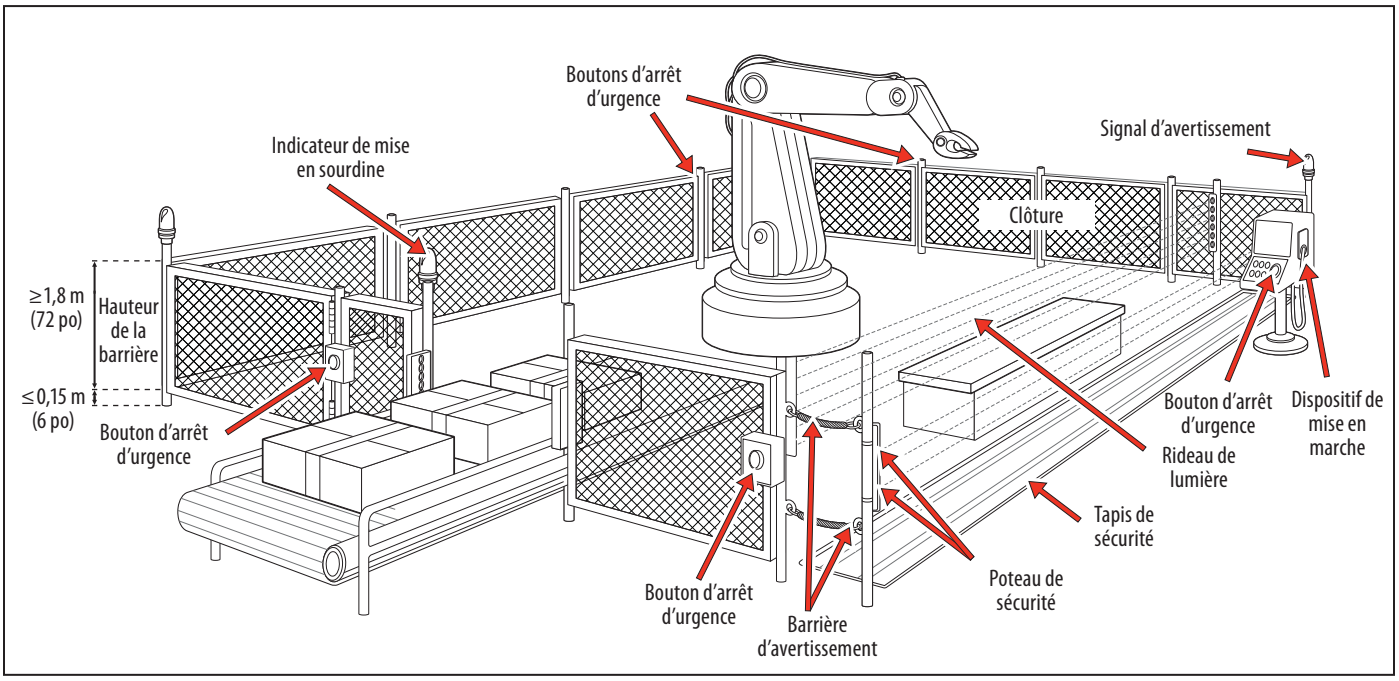


Figure 4.17. Dispositifs de protection types d'une cellule de production robotisée.

Annexes

Annexe 1 – Entretien et réparations

Annexe 2 – Équipement de protection individuelle

Annexe 3 – Évaluation du risque que présente une machine

Annexe 4 – Liste de vérification des protecteurs

Annexe 5 – Renvois aux normes

Annexe 1 – Entretien et réparations

Un bon programme d'entretien et de réparations peut grandement contribuer à la sécurité des opérateurs de machine et des autres travailleurs à proximité. Des pratiques et des procédés sécuritaires au travail assurent aussi la protection des préposés à l'entretien et aux réparations. Cependant, la gamme étendue et la complexité des machines à réparer, les risques associés à leur source d'énergie et les dangers particuliers pouvant être présents en cas de panne peuvent mettre en péril la sécurité des travaux d'entretien et de réparations. L'employeur doit veiller à ce que les préposés à l'entretien et aux réparations disposent de suffisamment de temps et de ressources pour effectuer leur travail en toute sécurité sans créer de nouveaux dangers.

La formation et les aptitudes des personnes assignées à ces tâches devraient les amener à porter une attention particulière aux pannes électriques intermittentes, à l'usure, aux bruits suspects, aux craquements et à d'autres signaux d'avertissement qu'un bris est imminent ou que des protecteurs ont été endommagés, modifiés ou enlevés. En observant les opérateurs de machine lorsqu'ils effectuent leurs tâches et en les écoutant, le personnel d'entretien peut savoir quels sont les points à surveiller et y prêter attention avant qu'ils ne deviennent des sources d'accident et de blessure. Parfois, il suffit d'un peu de graisse ou de quelques réglages pour que les choses continuent d'aller rondement. Les travailleurs qui constatent ou soupçonnent des dommages doivent en faire part à leur superviseur. Si ces dommages empêchent le fonctionnement sécuritaire de la machine, celle ci doit être mise hors service pour être réparée. Si des préposés à l'entretien et aux réparations constatent ou soupçonnent des dommages, mais qu'ils n'ont pas l'autorité nécessaire pour corriger immédiatement la situation, ils doivent aussi en faire part au superviseur. Si des dispositifs de protection ont été enlevés, modifiés ou endommagés, on devrait aussi le rapporter de façon à ce que les mesures qui s'imposent soient prises pour assurer la protection des travailleurs.

Dans la mesure du possible, la machine devrait être conçue pour que le graissage et les réglages courants se fassent sans avoir à enlever les dispositifs de protection. S'il faut les enlever, les préposés à l'entretien et aux réparations doivent toujours les remettre en place avant que le travail ne soit considéré comme terminé.

Il peut arriver que l'entretien ou les réparations se fassent pendant que la machine fonctionne. En pareil cas, il faut établir et faire adopter des pratiques et des procédés sécuritaires au travail pour assurer la sécurité du personnel d'entretien effectuant le travail. D'autres dispositifs de sécurité doivent être pris en considération pendant l'établissement des procédés sécuritaires au travail. Lorsqu'il n'est pas nécessaire de réparer une machine pendant son fonctionnement, des procédures de verrouillage doivent être suivies pour s'assurer que la machine demeure hors tension et qu'elle ne démarrera pas accidentellement. Les panneaux et les étiquettes de mise en garde ne suffisent pas à eux seuls à protéger contre la mise sous tension d'une machine, mais ils peuvent faire partie des procédures de verrouillage.

1. Procédures de verrouillage

Lorsqu'une machine, un outil, un tuyau ou une autre pièce d'équipement est verrouillé, il ne peut plus être mis sous tension ou transmettre de l'énergie pendant son entretien, sa réparation ou sa mise au point. Il devient alors impossible de le démarrer directement, à l'aide d'un interrupteur marche arrêt, ou indirectement, au moyen de l'interrupteur d'alimentation principal. La machine ou l'équipement doit être en état énergétique zéro.

Une machine, un outil ou une chaîne de montage en état énergétique zéro est vide de toute forme d'énergie. Par exemple, la conduite d'un outil à air comprimé est vide de toute pression et déconnectée, ou sa source d'air est bloquée. Un panneau électrique n'est plus alimenté en électricité. Par conséquent, la machine ou l'équipement ne peut plus être mis en marche intentionnellement, à l'aide de l'interrupteur marche arrêt, ou par inadvertance, parce qu'il reste un peu d'énergie dans la machine ou l'équipement.

La machine ou la pièce d'équipement doit être verrouillée à l'aide d'un dispositif de verrouillage, c'est à dire tout moyen qui empêche la source d'énergie d'atteindre la machine. Il peut s'agir tout simplement d'un verrou qui empêche l'accès à l'interrupteur ou sa mise en marche. Si le dispositif de verrouillage utilisé est un système de protection avec clé et verrou, chaque travailleur assigné ou ayant accès à la machine devra posséder sa clé et son verrou. Le verrou remis à un travailleur doit n'avoir que deux clés, soit une pour lui et une clé de rechange. La clé de rechange ne doit être utilisée que par un travailleur désigné en cas d'urgence ou lorsque le travailleur assigné à la machine est absent et que toutes les précautions ont été prises pour s'assurer que le verrou peut être enlevé et que la machine peut être mise sous tension sans danger. Si une machine est déverrouillée à l'aide d'une clé de rechange, il faut le consigner dans un registre afin de savoir quand les clés de rechange sont utilisées. Dans toutes les situations habituelles, le dispositif de verrouillage ne peut être enlevé que par la personne qui l'a installé, et ce, après avoir pris toutes les précautions nécessaires pour s'assurer que la pièce d'équipement ou la machine peut redémarrer sans danger.

Une étiquette de mise en garde n'est pas considérée comme un dispositif de verrouillage, car elle ne permet pas à elle seule de verrouiller une pièce d'équipement. On peut toutefois l'ajouter au dispositif de protection pour mieux informer les travailleurs. Par exemple, l'étiquette peut indiquer le nom de la personne qui a verrouillé la machine, mentionner qu'on ne peut la mettre sous tension ou s'en servir, et expliquer brièvement la raison du verrouillage. Avant de choisir le type d'étiquette de mise en garde à apposer, il faut au préalable évaluer l'équipement et le secteur à verrouiller. Par exemple, si l'étiquette vise à avertir d'un verrouillage électrique, elle ne devrait pas être faite d'un matériau conducteur d'électricité.

Que devraient comprendre les procédures de verrouillage?

a) *Les procédures de verrouillage devraient indiquer :*
   - comment rendre une machine en état énergétique zéro et la laisser dans cet état en toute sécurité;
   - où et comment installer les dispositifs de verrouillage et les étiquettes de mise en garde qui conviennent sur la machine;
   - comment s'assurer de l'efficacité du verrouillage et vérifier si la machine est en état énergétique zéro;
   - comment faire savoir aux gens qu'une machine est verrouillée;
   - comment s'assurer que toutes les personnes à proximité de la machine verrouillée restent à l'écart de la zone jusqu'à ce que la machine soit réparée et remise sous tension (s'il y a lieu);
   - comment remettre sous tension la machine qui a été verrouillée.

b) *Points à considérer en rédigeant les procédures de verrouillage :*
   - les objectifs de la tâche et l'équipement requis;
   - tous les détails relatifs aux sources d'énergie de chaque machine et à leur verrouillage;
   - les étapes à suivre pour mettre les machines hors tension et les sécuriser;
   - les étapes à suivre pour vérifier l'efficacité du verrouillage et vérifier si la machine est en état énergétique zéro;
   - les méthodes d'installation des dispositifs de verrouillage et des étiquettes;
   - les étapes à suivre pour remettre la machine sous tension;
   - le nom des employés autorisés à faire le verrouillage;
   - les situations où une autre personne est autorisée à enlever un dispositif de verrouillage.

c) *Formation relative aux procédures de verrouillage :*
   - Tous les employés doivent comprendre ce que représente le verrouillage de l'équipement, quelle est la signification des étiquettes de mise en garde et quelles sont les procédures à suivre s'ils veulent utiliser l'équipement.
   - La personne responsable du verrouillage doit suivre une formation sur les procédures écrites et être bien au fait des dangers associés aux sources d'énergie de l'équipement.
   - Tous les employés réaffectés à un autre équipement doivent avoir suivi une formation sur les procédés sécuritaires au travail se rapportant à ce nouvel équipement.
   - Si des employés embauchés à forfait ou des travailleurs autonomes sont appelés à réparer l'équipement ou des machines, les employés qui les assistent doivent recevoir une formation sur les procédures de verrouillage que les employés embauchés à forfait ou les travailleurs autonomes suivent ainsi que sur les procédures suivies à l'interne.

2. Programmes d'entretien préventif

Les programmes d'entretien préventif protègent non seulement l'équipement utilisé en milieu de travail, mais aussi les travailleurs en faisant ressortir les dangers et les conditions dangereuses avant que des incidents ne surviennent. Les programmes d'entretien préventif permettent d'économiser sur le coût des réparations, car un entretien régulier a pour effet de réduire le nombre de pannes et, par la même occasion, les temps d'arrêt non prévus. Pour mettre sur pied un programme d'entretien préventif en milieu de travail, il faut suivre les étapes suivantes :

a) Inventaire – Dresser un inventaire de toutes les machines et de tout l'équipement à inclure dans le programme d'entretien préventif. Tout l'équipement se trouvant dans le lieu de travail doit en faire partie. Tout dépendant de la complexité de l'équipement, l'inventaire peut prendre beaucoup ou peu de place dans un programme.

b) Documentation – Examiner toute la documentation en main pouvant aider à déterminer quels sont les travaux d'entretien à effectuer pour chaque pièce d'équipement. Les manuels d'utilisation du fabricant, les procédés sécuritaires au travail établis dans le lieu de travail et le programme de sécurité et de santé au travail, qui établit un horaire des inspections, sont de bons exemples de documents à examiner.

c) Élaboration d'un plan – Après avoir établi quels sont les travaux d'entretien à effectuer pour chaque pièce d'équipement, il faut rédiger un plan d'action. Dans certains lieux de travail, des programmes informatisés ou des calendriers d'activités écrits sont utilisés comme moyens d'aider à organiser les travaux d'entretien requis. Tout dépendant du type d'équipement utilisé dans le lieu de travail, le plan des travaux d'entretien devrait fournir des renseignements du genre :
   - périodes de graissage;
   - remplacement des engrenages;
   - changement des pompes;
   - calibrages;
   - inspections externes;
   - dispositifs de protection.

Annexe 2 – Équipement de protection individuelle

L'équipement de protection individuelle (EPI) est un aspect important à prendre en compte dans chaque lieu de travail. L'utilisation d'un EPI devrait toujours être considérée en dernier ressort, ou comme dispositif de protection supplémentaire pour contrer un danger, car si ce dispositif n'arrive pas à protéger un travailleur, rien d'autre ne pourra le protéger. Tout dépendant de la nature du lieu de travail, différents types d'EPI pourraient être nécessaires. En outre, le type d'EPI requis varie selon le matériau utilisé. Si l'EPI ne convient pas à la tâche effectuée ou au travailleur, il peut être la source de nouveau danger en s'accrochant aux parties en mouvement de l'équipement ou en limitant le contrôle du produit exercé par le travailleur.

La Partie 6 du Règlement sur la sécurité et la santé au travail dresse la liste des situations où un EPI est exigé. Cette partie oblige l'employeur à établir et à appliquer des pratiques et des procédés sécuritaires pour l'utilisation d'EPI dans le lieu de travail. L'employeur doit fournir gratuitement l'EPI, exception faite des chaussures de sécurité (à moins que les pieds du travailleur ne soient exposés à des substances chaudes, corrosives ou toxiques) et du casque de sécurité dans un chantier de construction. L'EPI doit être entreposé dans un endroit propre accessible au travailleur en cas de besoin, réparé ou remplacé s'il est défectueux, et remplacé s'il a été contaminé par une substance dangereuse. Les travailleurs doivent être capables de porter l'EPI et avoir suivi une formation sur son utilisation pour en assurer l'efficacité. Si l'EPI doit respecter une norme en particulier (p. ex., CSA ou ANSI), l'employeur doit s'assurer de sa conformité.

Types d'équipement de protection individuelle courant que les travailleurs portent lorsqu'ils sont affectés à des machines :

1. Vestes et tabliers

Des vestes ou des tabliers sont parfois utilisés pour empêcher un travailleur d'être exposé à des matières ou liquides dangereux qui pourraient l'éclabousser. On peut aussi s'en servir pour éviter qu'un travailleur ne soit blessé par des fragments de pièces ou de matériaux projetés. En pareil cas, la veste ou le tablier doit servir de coussin amortisseur, de manière à ce qu'il absorbe l'énergie du matériel éjecté et qu'il évite ainsi que l'opérateur ne soit blessé.

2. Protection des yeux et du visage

Une protection des yeux et du visage est courante dans les aires de travail où des machines et de l'équipement sont utilisés. Des dispositifs de protection des yeux et du visage doivent être portés partout où il y a un risque de blessure due :

- à des objets ou à des fragments projetés en l'air;
- à des éclaboussures de liquide ou de métal en fusion;
- à des rayons ultraviolets, visible ou infrarouge;
- à tout autre matériel, substance ou matière.

3. Protection des oreilles

Dans la plupart des lieux de travail où des machines sont utilisées, un programme de préservation de l'ouïe doit être mis sur pied. Lorsque le niveau de bruit dépasse 85 dBA, des mesures de contrôle acoustique devraient être mises en place afin de le réduire à moins de 85 dBA. Si cela n'est pas possible, l'employeur doit adopter une politique de protection de l'ouïe. Cette politique pourrait, par exemple, rendre obligatoire le port d'un casque ou de bouchons d'oreille pour que le travailleur soit exposé à un niveau de bruit inférieur à 85 dBA.

4. Protection des pieds

Le travailleur est responsable de se procurer ses propres chaussures de sécurité pour se protéger contre le risque de blessures aux pieds en milieu de travail. L'employeur est responsable de déterminer quels sont les risques auxquels s'expose un travailleur et en informer le travailleur en question (p. ex., chute d'objets, objets roulants, circulation de véhicules). Si les pieds du travailleur sont exposés à des substances chaudes, corrosives ou toxiques, c'est à l'employeur d'assurer la protection appropriée pour les pieds du travailleur.

5. Protection des voies respiratoires

Dans certains milieux de travail, les voies respiratoires des travailleurs doivent être protégées en raison de la présence d'aérocontaminants dans le lieu de travail ou associés à un travail ou à une tâche en particulier. Lorsque les aérocontaminants ne peuvent être contrôlés par le système de ventilation ou une autre mesure d'ingénierie, un appareil de protection respiratoire s'impose. En pareil cas, l'employeur doit s'assurer que l'appareil de protection respiratoire protège contre le contaminant auquel les travailleurs sont exposés. En outre, l'employeur doit veiller à ce qu'un essai d'ajustement soit fait au préalable afin que l'appareil protège bien les travailleurs. Tous les appareils de protection respiratoire doivent être entreposés dans un endroit propre auquel les travailleurs ont accès.

Annexe 3 – Évaluation du risque que présente une machine

L'objet principal d'une évaluation du risque est d'établir quelle machine devrait avoir la priorité et quelles parties de cette machine devraient être protégées en premier.

Évaluation du risque que présente une machine				
Nom de l'entreprise	**Date de l'évaluation**	**Nom de l'évaluateur :** 1. 2. 3.		
Nom de la machine	**Fonction de la machine**			
Établir et décrire tout mouvement ou condition de la machine qui risque d'exposer des parties du corps d'un travailleur à un danger (p. ex., arbres tournants, points de coincement par attraction, pièces de cisaillement, pièces à mouvement alternatif, mouvements d'un poinçon, danger d'impact, projection de fragments, surfaces abrasives, risques électriques, fluides chauds ou toxiques, vapeurs, émissions, radiation). Fournir une description détaillée.	**Décrire la blessure la plus grave qui pourrait raisonnablement se produire liée à chaque danger.** S'orienter à l'aide des descriptions suivantes : • **Blessure fatale** • **Blessure majeure** (normalement irréversible : blessure permanente, lésions à la moelle épinière, perte de la vue, amputation, écrasement, trouble respiratoire) • **Blessure grave** (normalement réversible : évanouissement, brûlures, fractures) • **Blessure mineure** (contusions, coupures, écorchures légères)	**Gravité de la blessure estimée :** Mineure = 1 Grave = 5 Majeure = 7 Fatale = 10	**Probabilité de blessure estimée :** ((voir Note 1) : Peu probable = 1 Possible = 5 Probable = 7 Certaine = 10	**Niveau de risque estimé** (voir Note 2) : Gravité estimée × Probabilité estimée
1.				
2.				
3.				
4.				

Nota – La collecte de ces renseignements peut nécessiter des observations répétées, surtout pour déterminer ce qu'un travailleur fait lorsque le rythme de production habituel est interrompu.

Protection recommandée pour éliminer le risque ou le réduire à un niveau acceptable (voir Note 3)	
1.	3.
2.	4.

Note 1. Les facteurs ci-dessous sont à considérer pour estimer la probabilité d'une blessure :

- vitesse des cycles de la machine;
- alimentation manuelle d'une machine activée par une pédale;
- formation et expérience de l'opérateur;
- facteur d'ennui (répétition);
- série de blocages et de problèmes d'alimentation nécessitant l'accès fréquent aux zones de danger de la machine;
- blessures antérieures avec la machine ou des machines de ce genre.

Note 2. Se servir du niveau de risque estimé pour fixer les priorités dans la mise en œuvre des mesures de protection. Plus le niveau de risque estimé est élevé, plus il est urgent d'adopter des solutions pour assurer la protection.

Note 3. Toujours respecter la hiérarchie des mesures de contrôle, et ce, peu importe le niveau de risque perçu.

Annexe 4 – Liste de vérification des protecteurs

Photocopier cette liste de vérification, puis l'utiliser pour analyser toutes les parties en mouvement des machines dans le lieu de travail.

LISTE DE VÉRIFICATION DES PROTECTEURS D'UNE MACHINE

EXIGENCES RELATIVES AUX PROTECTEURS

1. Les protecteurs empêchent-ils les mains, les bras ou les autres parties du corps des travailleurs d'entrer en contact avec des parties en mouvement dangereuses?

   Qui ☐ Non ☐

2. Les protecteurs sont-ils solidement fixés et difficiles à enlever?

   Qui ☐ Non ☐

3. Les protecteurs empêchent-ils la chute ou l'explosion d'objets sur les parties en mouvement?

   Qui ☐ Non ☐

4. Les protecteurs assurent-ils un fonctionnement sécuritaire, en douceur et relativement facile de la machine?

   Qui ☐ Non ☐

5. Peut-on graisser et huiler la machine sans avoir à enlever le protecteur?

   Qui ☐ Non ☐

6. La machine s'arrête-t-elle automatiquement dès qu'on enlève le protecteur?

   Qui ☐ Non ☐

7. Peut-on améliorer les protecteurs en place?

   Qui ☐ Non ☐

DANGERS MÉCANIQUES

Point de fonctionnement :

1. Un protecteur est-il installé au point de fonctionnement de la machine?

   Qui ☐ Non ☐

2. Le protecteur laisse-t-il les mains, les doigts et les autres parties du corps de l'opérateur hors de la zone de danger?

   Qui ☐ Non ☐

3. A-t-on constaté que des protecteurs ont été modifiés ou enlevés?

   Qui ☐ Non ☐

4. Un protecteur plus pratique et efficace pourrait-il être installé?

   Qui ☐ Non ☐

5. Des changements pourraient-ils être apportés à la machine pour éliminer complètement le danger au point de fonctionnement?

   Qui ☐ Non ☐

Appareils de transmission d'énergie :

1. Est-ce qu'il y a des engrenages, des roues dentées, des poulies ou des volants non protégés sur l'appareil?

   Qui ☐ Non ☐

2. Est-ce qu'il y a des courroies ou des roues de chaîne qui sont exposées?

   Qui ☐ Non ☐

3. Est-ce qu'il y a des vis d'arrêt, des rainures, des collets ou d'autres éléments semblables qui sont exposés?

   Qui ☐ Non ☐

4. Est-ce que l'opérateur a facilement accès aux commandes marche-arrêt?

   Qui ☐ Non ☐

5. S'il y a plus d'un opérateur, est-ce que des commandes séparées sont fournies?

   Qui ☐ Non ☐

Autres parties mobiles :

1. Est-ce que des protecteurs sont fournis pour toutes les parties en mouvement dangereuses d'une machine, y compris l'équipement auxiliaire?

   Qui ☐ Non ☐

ÉDUCATION ET FORMATION

1. Les opérateurs et les gens de métier possèdent-ils l'éducation et la formation nécessaires sur la façon d'utiliser les protecteurs?

   Qui ☐ Non ☐

2. Le programme d'éducation fournit-il des exemples de travailleurs de l'endroit ou d'ailleurs qui ont perdu la vie ou des membres parce qu'une machine n'était pas bien protégée?

   Qui ☐ Non ☐

3. Les employés de la production et les gens de métier ont-ils suivi une formation leur indiquant où les protecteurs se trouvent, comment ils assurent une protection et contre quels dangers?

   Qui ☐ Non ☐

4. Les employés de la production et les gens de métier ont-ils suivi une formation sur la façon d'enlever les protecteurs et dans quelles circonstances?

   Qui ☐ Non ☐

5. Les travailleurs ont-ils suivi une formation sur les procédures à suivre s'ils se rendent compte que des protecteurs sont endommagés, qu'ils ont été enlevés ou qu'ils ne conviennent pas?

   Qui ☐ Non ☐

6. Les gens de métier possèdent-ils l'éducation et la formation qu'il faut sur la façon de rendre les protecteurs sécuritaires?

   Qui ☐ Non ☐

ÉQUIPEMENT DE PROTECTION ET VÊTEMENTS APPROPRIÉS

1. Un équipement de protection est-il requis?

   Qui ☐ Non ☐

2. Si un équipement de protection est requis, convient-il au travail, est-il en bonne condition, est-il propre et est-il bien entreposé lorsqu'on ne l'utilise pas?

   Qui ☐ Non ☐

3. L'opérateur porte-t-il des vêtements appropriés pour le travail qu'il fait (pas de vêtements amples ou de bijoux)?

   Qui ☐ Non ☐

ENTRETIEN ET RÉPARATIONS DES MACHINES

1. Les gens de métier ont-ils reçu des instructions à jour au sujet des machines qu'ils réparent?

   Qui ☐ Non ☐

2. Les gens de métier verrouillent-ils la machine en la vidant de toutes ses sources d'énergie avant de commencer les réparations?

   Qui ☐ Non ☐

3. Le matériel d'entretien est-il bien protégé?

   Qui ☐ Non ☐

Source : Service responsable de la santé et de la sécurité des TCA, "Blowin' in the Wind – Machine Guarding Prevents Death" (reproduit avec la permission des TCA).

Annexe 5 – Normes mentionnées dans la Ligne directrice : protection des machines et de l'équipement

Le *Règlement sur la sécurité et la santé au travail* (RM217/2006) stipule qu'il faut respecter toutes les exigences en matière de sécurité et de santé précisées dans des normes en particulier. De nombreuses organisations et associations industrielles ont aussi adopté d'autres normes de sécurité. Bien que ces normes ne soient pas mentionnées dans le *Règlement sur la sécurité et la santé au travail* (RM217/2006), elles fournissent une orientation précise relativement à la protection de pratiquement tous les types d'équipement de fabrication ou procédé industriel. On trouvera ci dessous une liste de certaines des normes dont il est question dans le *Règlement sur la sécurité et la santé au travail* (RM217/2006) ainsi que d'autres normes faisant état des exigences en matière de sécurité et de santé propres à de l'équipement ou à des processus en particulier.

Type d'équipement	Normes pertinentes
Meules, meuleuses	Norme ANSI B7.1, The Use, Care and Protection of Abrasive Wheels
Ponts élévateurs	Norme ANSI/ALI B153.1, American National Standard for Automotive Lifts – Safety Requirements for the Construction, Care, and Use Norme ANSI ASME PALD, Portable Automotive Lifting Devices
Scies à chaîne	Norme CAN/CSA Z62.1, *Scies à chaîne*
Convoyeurs (tous les types)	Norme ANSI ANSI/ASME B20.1, Safety Standards for Conveyors and Related Equipment
Protection des machines	Norme CAN/CSA Z432, *Protection des machines*
Robots industriels	Norme CAN/CSA Z434, *Robots industriels et systèmes robotiques : Exigences générales de sécurité; norme* ANSI ANSI/RIA R15.06, American National Standard Industrial Robots and Robot Systems – Safety Requirements
Cisailles-poinçonneuses	Norme ANSI B11.5, American National Standard for Machine Tools – Iron Workers – Safety Requirements for Construction, Care and Use
Marquage des dangers physiques	Norme ONGC CAN/CGSB-24.3, *Identification des réseaux de canalisation* Norme CAN/CSA-Z321, *Signaux et symboles dans le milieu de travail* Norme ANSI Z535.1, Safety Color Code Norme ANSI Z535.2, Environmental and Facility Safety Signs Norme ISO 3864, *Couleurs de sécurité et signaux de sécurité*
Attaches posées mécaniquement	ANSI Standard A10.3, American National Standard for Construction and Demolition Operations – Safety Requirements for Power-Actuated Fastening Systems
Presses et presses à plier	Norme CAN/CSA Z142, *Règles de sécurité et d'hygiène applicables aux presses à découper et à plier*
Cisailles à tôle	Norme ANSI B11.4, American National Standard for machine tools – Shears – Safety Requirements for Construction, Care and Use
Soudage	Norme CSA W117.2, *Règles de sécurité en soudage, coupage et procédés connexes* Norme CSA W178.1, *Qualification des organismes d'inspection en soudage*

Manitoba